

**REESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE
UNA EMPRESA DEL SECTOR TEXTIL EN MEDELLÍN
CASO: LA STAMPERÍA S.A**

LUISA BEGUÉ HOYOS

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera industrial

Mauricio Moreno Arias

Especialista en finanzas corporativas



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
ENVIGADO
2012**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mis padres, Luis Fernando Begué Trujillo y Ana Lucía Hoyos Orrego por darme una educación, por brindarme tantas oportunidades y beneficios, por ser un ejemplo de vida y enseñarme los valores de la responsabilidad y la disciplina; les agradezco por estar siempre a mi lado y por hacerme la persona que soy ahora. A mis hermanas Cristina y María del Pilar, por todos los momentos y experiencias que hemos compartido juntas.

A todas las personas que hicieron posible la elaboración de este trabajo, especialmente a Mauricio Moreno y Alejandro Céspedes por apoyarme y guiarme durante este proceso.

Finalmente agradezco a la Escuela de Ingeniería de Antioquia y a todo el personal que participó en mi formación como ingeniera industrial.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PRELIMINARES.....	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.2.1 Objetivo General	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Marco de referencia.....	13
1.3.1 Reseña histórica de La Stampería.....	13
1.3.2 Fundamentos básicos de TOC	14
1.3.3 Ambientes de producción MTO	15
1.3.4 Sistema S-DBR (Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado)	15
2. METODOLOGÍA.....	21
3. PROPUESTA PARA EL USO DE TOC EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA STAMPERÍA S.A.....	24
3.1 CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA STAMPERÍA S.A	24
3.1.1 Descripción del proceso productivo	24
3.1.2 Compras y manejo de inventarios	29
3.1.3 Programación de la producción	29
3.1.4 Nivel de servicio	31
3.1.5 Rotación de inventario de producto en proceso.....	31
3.1.6 Flujograma del proceso productivo.....	31
3.1.7 Cursograma sinóptico.....	35
3.2 PROPUESTA EN CASO DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE TOC	36
3.2.1 S-DBR + BM.....	36

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	86
5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS	92

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Relación de las partes de la empresa con el plano de la planta	34
Tabla 2. Fechas de liberación	39
Tabla 3. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 27 de marzo .	42
Tabla 4. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 28 de marzo .	43
Tabla 5. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 29 de marzo .	44
Tabla 6. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 30 de marzo .	45
Tabla 7. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 28 de marzo.....	47
Tabla 8. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 29 de marzo	49
Tabla 9. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 29 de marzo.....	51
Tabla 10. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 30 de marzo	53
Tabla 11. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 30 de marzo.....	55
Tabla 12. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 31 de marzo	56
Tabla 13. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 31 de marzo.....	57
Tabla 14. Resultado final de la semana trabajada	58
Tabla 15. Comparativo del porcentaje de nivel de servicio con y sin TOC	59
Tabla 16. Carga planeada del RRC 22 de marzo	64
Tabla 17. Carga planeada del RRC 23 de marzo	70
Tabla 18. Nuevos pedidos 22 marzo	76
Tabla 19. Nuevos pedidos 23 de marzo.....	77
Tabla 20. TVD diario de La Stampería S.A.....	83
Tabla 21. Cálculo del TVD por pedido aplicando TOC.....	84
Tabla 22. Comparación del TVD con y sin TOC	85

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Demanda vs Capacidad.....	17
Figura 2. Sistema de prioridades	19
Figura 3. Plano primer piso.....	32
Figura 4. Plano segundo piso	33
Figura 5. Cursograma sinóptico proceso de estampación de telas	35
Figura 6. Amortiguador para La Stampería S.A	38
Figura 7. Consumo porcentual del amortiguador	40
Figura 8. Gráfica de la carga planeada del RRC 22 de marzo	65
Figura 9. Gráfica de la carga planeada del RRC con nuevos pedidos 22 de marzo	65
Figura 10. Gráfica de la carga planeada del RRC 23 de marzo	70
Figura 11. Gráfica de la carga planeada del RRC con nuevos pedidos 23 de marzo	71
Figura 12. Gráfica de la carga planeada del RRC 24 de marzo	74
Figura 13. Pareto semana 12	79
Figura 14. Pareto semana 13	79
Figura 15. Pareto acumulado.....	80
Figura 16. Ajuste del tamaño del amortiguador: reducirlo	81
Figura 17. Ajuste del tamaño del amortiguador: incrementarlo	81
Figura 18. Control del tamaño del amortiguador en La Stampería S.A	82
Figura 19. Gráfico del TVD diario de La Stampería S.A.....	83

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Video proceso productivo La Stampería S.A.....	92
Anexo 2. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 1.....	92
Anexo 3. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 2.....	93
Anexo 4. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 3.....	94
Anexo 5. Programación real máquina 1. Semana del 26 al 31 de marzo	95
Anexo 6. Programación real máquina 2. Semana del 26 al 31 de marzo	96
Anexo 7. Lista de precios 2012 La Stampería S.A.....	97

GLOSARIO

BM: abreviación para “Buffer Management”. Es un mecanismo de retroalimentación usado durante la fase de ejecución de las operaciones que provee un medio para priorizar el trabajo para determinar el momento preciso de liberar material, identificar cuándo la capacidad protectora es insuficiente y para reajustar el tamaño de los amortiguadores según sea necesario. Este sistema ayuda al mejoramiento continuo de la empresa. (Sullivan, Reid, & Cartier, 2007).

CHABLÓN: screen plano de poliéster monofilamento, cubierto por un marco de madera donde se graba el diseño a ser estampado.

QUEMONAZO: muestra de estampación. Pedazo pequeño de tela estampado para su previa aprobación por el cliente.

RESTRICCIÓN: una restricción es un factor, el cual, si la organización tuviera más de este, y pudiera explotar más o pudiera subordinar más a este, se obtendría una ganancia mayor de la meta. (Sullivan, Reid, & Cartier, 2007).

RRC (recurso con capacidad restrictiva): es el recurso en la cadena productiva, con la menor capacidad. Está activo durante los períodos en que la alta demanda está cerca o excede la capacidad del RRC; está inactivo la mayor parte del resto del tiempo (Scharagenheim, Dettmer, & Patterson, 2009).

S-DBR: abreviación de “Simplified Drum Buffer Rope” (Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado). Es el proceso de administrar operaciones basadas en un amortiguador de liberación, el mercado como tambor y una segunda atención dirigida a cualquier recurso con capacidad restringida. (Sullivan, Reid, & Cartier, 2007).

TOC: abreviación de “Theory of Constraints” (teoría de restricciones). Es una filosofía holística de administración desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt que se basa en el principio que los sistemas complejos evidencian simplicidad inherente, lo que quiere decir que incluso un sistema compuesto por miles de personas y piezas de equipos, puede tener en cualquier momento, solo un pequeño número de variables, incluso solo una (conocida como la restricción) que limita realmente la habilidad de generar más meta del sistema. (Sullivan, Reid, & Cartier, 2007).

TVD: abreviación de “Throughput Value Day”. Es un indicador ácido que mide la confiabilidad de una empresa.

RESUMEN

La Stampería S.A es una empresa estampadora de telas, creada hace 10 años en Medellín, de carácter familiar y fundada por dos personas con gran experiencia en el sector textil pero con conocimientos básicos en producción. Es por esto que en el día a día fueron estableciendo los métodos de trabajo, de una forma más práctica que eficaz y los procesos productivos no son muy organizados.

La empresa está en un buen momento para crecer y conseguir una mayor participación en el mercado, buscando nuevas estrategias que le permitan ganar una ventaja competitiva y verse más atractiva a los ojos de los clientes. Lo que se pretende con este trabajo es presentar a la empresa un sistema productivo que maximice la eficiencia de los procesos, reflejada en la rentabilidad, calidad, orden y confiabilidad de la compañía. Para esto, inicialmente se describió y caracterizó la situación actual de la empresa respecto a su proceso productivo, compra de materias prima, manejo de inventarios y programación de la producción. Luego, se describió y desarrolló paralelamente la metodología de teoría de restricciones, **S-DBR+BM**, bajo una simulación en Excel.

La metodología se desarrolló en 7 pasos, los cuales son: ahogar la liberación de materia prima, establecer un sistema de prioridades, manejar los recursos con capacidad restrictiva, monitorear la carga, mejorar el flujo, ajustar los amortiguadores y establecer indicadores.

Finalmente, se compararon dos indicadores, el nivel de servicio y el TVD, con los resultados obtenidos en la simulación al aplicar **TOC** y los resultados reales obtenidos en una semana trabajada en la empresa. Después de aplicar TOC, se obtuvo un incremento del 49,6% en el nivel del servicio y una disminución del 89,5% en el TVD lo que muestra una empresa más confiable y atractiva para los clientes.

Adicional a estos resultados, al aplicar la metodología, se pueden evidenciar los siguientes beneficios: aumento en el porcentaje de cumplimiento a los clientes; flujo de materiales continuo con liberación de capacidad en los recursos; programas de producción estables; menor nivel de inventario de producto en proceso acumulado, lo que puede conllevar a presentar menos daños, reprocesos y obsolescencias; integración y buena relación de las áreas de la compañía, pudiendo prometer a los clientes tiempos de entrega más cortos, alcanzando un mayor cumplimiento; un proceso más organizado y menos caótico, con menos urgencias en el piso de producción. Todo esto, le permite a la empresa ser flexible para responder a exigencias de los clientes o variaciones del día a día, ganando así una ventaja frente a sus competidores.

Palabras clave: TOC, amortiguador, prioridades, RRC, nivel de servicio.

ABSTRACT

The Stamperia S.A, a printing fabrics enterprise, that was created 10 years ago in Medellin, is a family company founded by two people with wide experience in the textile sector but with basic knowledge in production. For this reason during those days, they were setting working methods in a more practical than efficient way, resulting in production processes that are not very well organized.

The company is in good time to grow and reach a greater market share, looking for new strategies in order to gain a competitive advantage and to be more attractive for the customers. The objective of this paper work is to present the company a production system that maximizes the efficiency of its processes, becoming a more profitable, higher quality, better organized and more reliable company. For this purpose, it was described and characterized the current situation of the company, in relation to its production process, raw material purchasing, inventory management and production scheduling. Then, it was described and developed the methodology of theory of constraints, S-DBR + BM under a simulation in Excel.

The methodology was built in seven steps, which are: to stifle the release of raw materials, to establish a system of priorities, to manage resources with restrictive capacity, to monitor the load, to find the process of ongoing improvement, to adjust the buffers and to set indicators. Finally they were compared two indicators: the level of service and the TVD between the results obtained in the simulation by applying TOC and the current results obtained in a week in the company. After applying TOC, there was an increase of 49.6% in the level of service and a decrease of 89.5% in the TVD, which shows a more reliable and attractive company to customers and shareholders.

In addition to these results, applying the methodology allowed to identify the following benefits: an increase in the percentage of compliance to customers; to reach a continuous material flow releasing capacity on resources; stabilized production schedules; lower the level of inventories which can lead to less damage, reprocess and obsolescence; integration and better relationship among the areas of the company, allowing shorter delivery times to customers, achieving greater compliance; a more organized and less chaotic productive process, having less urgency in the production line. All of these will allow the company to be more flexible and to respond to emergencies or daily variations quickly, thus gaining an advantage over their competitors.

Key words: TOC, buffer, priorities, RRC, service level.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo globalizado, donde la apertura económica hace que sea cada vez más difícil conservar los clientes. La rivalidad entre las empresas aumenta, la variedad de productos es creciente gracias a los tratados y acuerdos que existen entre los países, las exigencias y requerimientos de los clientes son cada vez mayores.

Las empresas deben luchar en un ambiente altamente competitivo para dar lo mejor a sus clientes; no sólo productos de buena calidad sino a un buen precio y con tiempos de entrega satisfactorios. Cada día, las necesidades y caprichos de éstos cambian y con ellos debe cambiar la empresa también, para adaptarse y poder responder de una manera oportuna. Cada vez los clientes hacen pedidos en menor cantidad y con un mayor número de referencias, por lo tanto, para poder responder a esto, las compañías deben ser flexibles.

Existen muchas metodologías o filosofías a las que las empresas incurren para enfrentar todos estos cambios y poder satisfacer al cliente. Una de estas es la teoría de restricciones, TOC, que es una herramienta para el mejoramiento continuo, fundamentada en mejorar la eficiencia para contribuir con el cumplimiento de la meta de toda empresa: Ganar dinero.

Lo que se pretende en este trabajo es presentar a una empresa, un nuevo sistema de producción, basado en esta metodología, y que permita ver los beneficios o pérdidas que se obtendrían por medio de una simulación, en caso de aplicarla.

En la sección uno se plantea el problema que llevó a realizar este trabajo y se definen los objetivos general y específicos. También se presenta el marco de referencia, donde se muestra una breve reseña histórica de la empresa y se contextualiza al lector sobre la teoría de restricciones, los ambientes de producción bajo pedidos y el sistema S-DBR + BM (Simplified Drum Buffer Roap + Buffer Management).

En la sección dos se describe la metodología usada para desarrollar el trabajo y alcanzar cada uno de los objetivos específicos propuestos.

En la sección tres se encuentra todo el desarrollo del trabajo, desglosado por objetivos específicos. Para cumplir el objetivo general se plantearon 3 específicos. Para alcanzar el primero, se describe de una manera completa todo el proceso productivo de la empresa, desde que llega la materia prima hasta que sale el producto terminado, incluyendo el proceso de compras y programación de la producción y usando herramientas de la ingeniería industrial para ver el proceso de una manera más gráfica. Para el segundo y tercer objetivo, se explica qué se debe hacer y cómo se debe hacer, paso a paso, en el sistema S-DBR (7 pasos) y se aplica la teoría con pedidos e información real de la empresa. Finalmente se obtiene un resultado al implementar esta metodología y se compara con los resultados obtenidos del sistema que emplea actualmente la empresa, basados en dos indicadores: el nivel de servicio y el TVD.

Por último, en las secciones cuatro y cinco se discuten los resultados obtenidos y se concluye acerca de las ventajas o desventajas que presentaría TOC sobre el sistema productivo actual que maneja la empresa, se presenta el plan del nuevo sistema productivo y será la empresa quien decida seguirlo o no.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La STAMPERÍA S.A es una empresa relativamente nueva, pues sólo lleva 10 años en el mercado, y se encuentra en un proceso de crecimiento y mejora. Esta compañía tiene carácter de empresa familiar y fue fundada por dos personas con gran experiencia en el sector textil pero con conocimientos básicos en producción. Es por esto que en el día a día fueron estableciendo los métodos de trabajo, de una forma más práctica que eficaz, resultando en procesos productivos no muy organizados.

Existen ciertos aspectos dentro de la empresa que se pueden mejorar, por lo que se pretende mostrar un plan para reestructurar el sistema de producción, presentando uno nuevo basado en la teoría de restricciones, para lograr una mayor eficiencia, disminuyendo tiempos perdidos y un uso óptimo de los recursos.

No se pretende cambiar la tecnología ni el flujo de proceso, sino presentar una nueva forma de producir basándose en TOC, para obtener una planta más organizada, eficiente y lograr alcanzar una ventaja frente a la competencia. Se quiere mostrar si al aplicar TOC, se obtienen ventajas sobre el sistema productivo que se emplea actualmente y será la empresa quien decida implementar esta metodología o no.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Presentar un plan para una reestructuración del sistema productivo, aplicando teoría de restricciones, en una empresa textil en Medellín; caso: La Stampería S.A.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la metodología utilizada actualmente por la empresa para la programación de las operaciones y para la gestión de compras e inventarios.
- Definir las acciones que deben ser tomadas por la empresa para implementar el sistema S-DBR + BM (Simplified Drum, Buffer, Roap + Buffer Management).
- Evaluar las mejoras obtenidas, comparando el sistema actual con el sistema propuesto, a través de una simulación.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Reseña histórica de La Stampería

La STAMPERÍA S.A es una empresa manufacturera, dedicada a la tintorería y estampación industrial de telas de todo tipo. Es una mediana empresa y posee 30%, aproximadamente, del mercado regional. La fábrica cuenta con dos máquinas estampadoras, que pueden estampar hasta 6 colores y con dos máquinas JET que le permiten a la empresa, a su vez, ofrecer un servicio de tintorería para los clientes que lo requieran.

La Stampería S.A nace como un proyecto entre dos amigos que habían tenido experiencia en el campo textil y que querían crear su propio negocio.

La empresa cuenta con dos sedes, la principal en Medellín (hace 10 años) y otra en Bogotá (hace 5 años). La sede secundaria se fundó gracias al gran crecimiento que tuvo la empresa y por la necesidad de suplir una demanda más amplia en otras ciudades diferentes de Medellín. Esto demuestra que la empresa tiene un gran potencial de expansión y que si se mejora su manejo productivo, la empresa tendrá mejores resultados y mayores ventajas competitivas en el mercado.

En este trabajo, se hablará sólo de la sede en Medellín, la cual cuenta con 91 empleados directos distribuidos en varias áreas: la administrativa, producción, ventas, recursos humanos, y calidad. La empresa se encuentra ubicada sobre la autopista sur, en Itagüí. La planta física cuenta con dos pisos, en los que se encuentran las oficinas administrativas y toda la maquinaria para realizar el proceso de estampación.

En el primer piso se encuentran las oficinas de recepción de materia prima, las oficinas de contabilidad, de calidad y las estanterías de almacenaje del producto en proceso y terminado. También se ubica una máquina estampadora, la caldera, una termofijadora, las maquinarias de la tintorería y la sala en la que se realiza el proceso de grabación de cilindros y de chablonos.

En el segundo piso están la máquina estampadora rotativa, otra termofijadora y el área de muestras. Entre los dos pisos, como en un tipo de mezanine, están las oficinas administrativas, las diseñadoras y la separación de colores.

Inicialmente, la bodega sólo contaba con un piso y se iban instalando las máquinas en donde iban cabiendo, lo que llevó a una distribución poco adecuada para reducir tiempos y costos. El segundo piso se construyó por el crecimiento que tuvo la empresa y la necesidad de comprar más maquinaria para cubrir la creciente demanda.

La planta ha venido trabajado con esta distribución, pues reorganizarla implicaría parar la producción por un tiempo muy largo, causando pérdidas de tiempo, dinero y clientes.

La administración de la empresa la hace uno de los socios, quien es el que tiene conocimiento del comportamiento de la empresa y es el que toma las decisiones en cuanto al manejo de personal, ventas, estructuración o cambios que se deban hacer. La contabilidad de la empresa la lleva un contador, quien trabaja a tiempo completo y que su trabajo se soporta en un software comercial.

En este trabajo se hablará sólo del proceso de estampación, donde el cliente proporciona el material a procesar, que son los rollos de telas y elige los diseños a estampar. La empresa cuenta con más de 50 clientes nacionales, de los cuales algunos exportan a Venezuela y Estados

Unidos. Éstos son confeccionistas, empresas productoras de telas y empresas distribuidoras de telas.

Este proceso combina la moda, el arte y la tecnología, pues los diseños son desarrollados por creativos y luego son trasladados a la maquinaria en donde finalmente se lleva a cabo el proceso (Benjumea & Begué, 2011).

1.3.2 Fundamentos básicos de TOC

La teoría de restricciones (TOC) es una filosofía administrativa utilizada para el mejoramiento continuo de los procesos, desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt a finales de los años 70's. Es una filosofía holística de administración que se basa en el principio que los sistemas complejos tienen simplicidad inherente, lo que quiere decir que incluso los sistemas más complejos formado por cientos de componentes, pueden tener en cierto momento determinado, solo un pequeño número de variables, o incluso una sola, que limita la habilidad de generar la meta del negocio (Sullivan, Reid, & Cartier, 2007).

TOC se originó como una manera de administrar los ambientes industriales, con el objetivo de aumentar las ganancias de las compañías en el corto y el largo plazo. Este objetivo se alcanza aumentando el throughput (ingreso de dinero a través de las ventas) al mismo tiempo que se reducen los inventarios y los gastos operativos (Cimatic, Cimatic, 2008)

La clave de TOC es que la operación de cualquier sistema complejo consiste en realidad en una gran cadena de recursos inter-dependientes (máquinas, centros de trabajo, instalaciones) pero solo unos pocos de ellos, los cuellos de botella (llamados **restricciones**) condicionan la salida de toda la producción. En el lenguaje de TOC, los cuellos de botella (restricciones) que determinan la salida de la producción son llamados Drums (tambores), ya que ellos determinan la capacidad de producción (como el ritmo de un tambor en un desfile) (Cimatic, Cimatic, 2008).

TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa; es decir que analiza a la empresa como un todo y no a cada uno de sus componentes aisladamente.

En síntesis, TOC se basa en las siguientes ideas:

- La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones (Cimatic S. , 2001)
- Contrario a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas cuantas restricciones que le impiden ganar dinero (Cimatic S. , 2001).
- Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Las restricciones que impiden a una empresa alcanzar su más alto desempeño en relación a su meta, son en general criterios de decisión erróneos (Cimatic S. , 2001).

La teoría de restricciones le apunta a:

- Mejorar el servicio al cliente, respaldados en una mayor capacidad de respuesta a éste, representada por cumplimiento y tiempos de entrega más cortos.
- Obtener mayor participación en el mercado ya que se logra una ventaja competitiva.
- Alcanzar menor nivel de inventarios.
- Tener una planta más organizada y guiada por un sistema de prioridades poderoso.

1.3.3 Ambientes de producción MTO

La teoría de restricciones ha desarrollado soluciones a problemas en diferentes campos de acción, como son la producción, distribución, finanzas, administración de proyectos y servicios. Específicamente hablando del campo productivo, TOC se basa en dos ambientes: MTO (make to order) y MTS (make to stock), producir bajo pedidos y producir bajo inventarios respectivamente.

Algunas de las características que determinan un ambiente MTO, son: necesitar más de un recurso para proveer el producto o servicio final, poseer un flujo de producción definido y la existencia de Murphy (variabilidad).

Lo que buscan las empresas es entregar los pedidos bien hechos, completos y a tiempo, es decir oportunamente. Para esto, TOC propone como solución para las operaciones bajo pedido, el sistema tambor amortiguador cuerda simplificado (S-DBR).

Antes de abordar el sistema S-DBR, se explicará un concepto importante: el tiempo de entrega. Este tiempo se compone de dos partes:

- Tiempo de toque: es el tiempo neto de procesamiento.
- Tiempo de cola: es el tiempo que el producto espera para ser procesado.

Es importante aclarar que el tiempo de toque es normalmente menos del 10% del tiempo de entrega; entonces, vale la pena reducir el tiempo de cola lo más que se pueda, pues es aquí donde se encuentran las oportunidades de mejora.

(Céspedes Peña & Céspedes Peña, 2011).

1.3.4 Sistema S-DBR (Tambor Amortiguador Cuerda Simplificado)

S-DBR es una metodología de planeación, programación y ejecución que aparece como resultado de aplicar TOC a la programación de una fábrica.

El tambor (drum), es el que pone el ritmo al cual el sistema productivo se puede mantener trabajando bajo las mejores condiciones y a través del cual toda la compañía se sincroniza. En S-DBR, el tambor es generalmente el mercado.

El amortiguador (buffer) es un mecanismo de protección del tambor de las interrupciones del día a día. Representa la cantidad de tiempo requerido con anterioridad con la que la materia prima debe ser liberada a la planta. El amortiguador es definido en función de toda la incertidumbre de un

sistema, incluyendo los errores humanos, la ley de Murphy, las fluctuaciones en la demanda y su impacto en los tiempos de espera. Es importante aclarar que es muy difícil conocer el tamaño adecuado del amortiguador, es por esto que éste se puede ir ajustando de acuerdo a las necesidades. En S-DBR, el tiempo del amortiguador protege todo el proceso; de esta manera, si hay un retraso en alguna etapa, el amortiguador es generalmente suficiente para cubrirlo.

Seguir esta política, reduce el WIP (work in process) previniendo al eslabón más débil de la cadena productiva de ser sobrecargado con trabajo innecesario.

La cuerda (rope) es un efecto, un dispositivo de comunicación que va entre el cuello de botella, en este caso el mercado, y la liberación de materia prima. La cuerda es la que regula la liberación del material a la planta. Cuando ésta es conectada a la demanda del mercado, el reto del gerente es mantener el recurso con capacidad restrictiva sin sobrecarga o sin falta de trabajo, al cambiar las condiciones del día a día (Scharagenheim, Dettmer, & Patterson, 2009).

El tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al tambor, más el tiempo del amortiguador, es llamado "Rope-length" (longitud de la cuerda). Ningún material puede entregarse a la planta antes de lo que la "longitud de la cuerda" permite, de este modo cada producto es "tirado por la cuerda" a través de la planta. Esto sincroniza todas las operaciones al ritmo del tambor, lográndose un flujo de materiales rápido, uniforme y organizado a través de la compleja red de procesos de una fábrica (Cimatic, Cimatic, 2001).

En lugar de los tradicionales inventarios de seguridad "basados en cantidades de material" los buffer recomendados por TOC están "basados en tiempo de proceso". Es decir, en lugar de tener una cantidad adicional de material, se hace llegar el material a la planta con una cierta anticipación.

El método de programación S-DBR puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas (Cimatic, Cimatic, 2008) (Retamales García & Cedeño Barreiro, 2009).

S-DBR reconoce que para la mayoría de empresas, durante una parte del tiempo, la demanda no consume toda la capacidad de producción de la empresa; esto se puede ver en la siguiente figura:

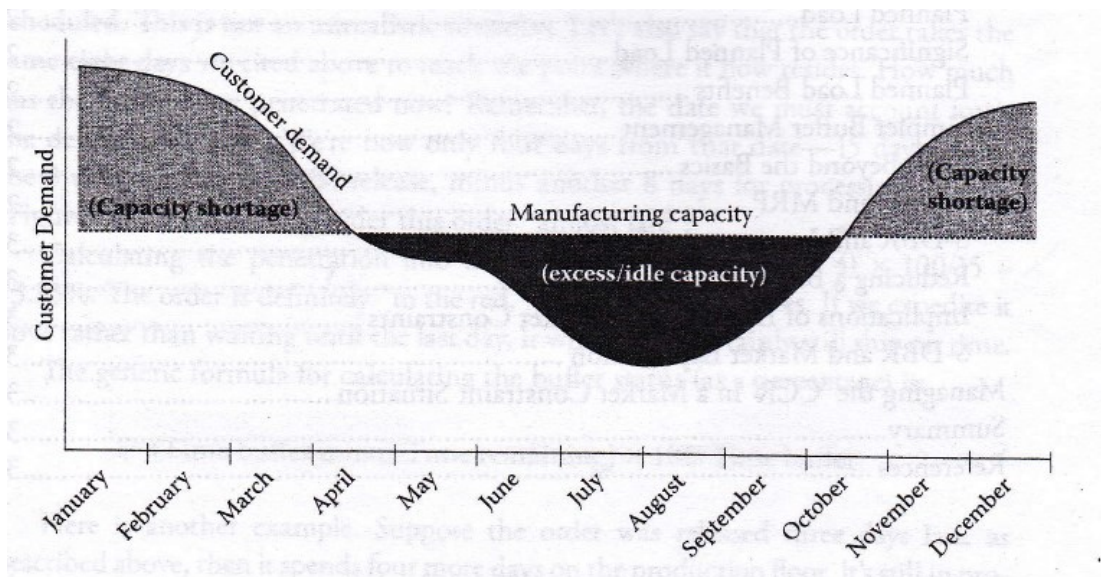


Figura 1. Demanda vs Capacidad

(Schrageheim, Dettmer, & Patterson, 2009).

Durante los períodos de alta demanda, la capacidad de producción queda corta para las oportunidades de venta que se presentan y no es capaz de responder a ellas; por el contrario, cuando la demanda es baja, no se alcanza a consumir toda la producción que es posible obtener del recurso (Scharagenheim, Dettmer, & Patterson, 2009).

Hay algunos supuestos en los que se fundamenta el sistema S-DBR; éstos son:

1. La demanda del mercado es la restricción del sistema. Pueden presentarse restricciones internas pero temporales. Cuando se presentan picos en la demanda, pueden aparecer recursos con capacidad restringida que limiten el rendimiento de la compañía, sin embargo, la restricción de la demanda del mercado siempre está presente.
2. Los recursos internos que son restricciones, en ciertos momentos pueden tener exceso de capacidad o estar sobrecargados, lo que trae como consecuencia el incumplimiento en las fechas de entrega y la afectación del nivel de servicio.

Este sistema es una solución rápida y eficaz para crear una ventaja competitiva y abarcar mercados grandes sin agotar los recursos de la compañía y ofrecer una respuesta rápida y confiable a los clientes. Para lograr unas fechas de entrega oportunas, se debe aplicar S-DBR + BM, administración de los amortiguadores. Para esto, TOC propone los siguientes pasos:

- Recortar el tamaño de los lotes: existen dos tipos de lotes: el de transferencia y el de proceso. El de transferencia se refiere a la cantidad de unidades que se pasan de una operación a otra y el de proceso, a la cantidad de unidades que se producen antes de hacer un cambio de referencia.

TOC propone reducir los lotes de transferencia, en todas las operaciones, y los de proceso, en las que tienen capacidad ociosa, a la mitad. Esto se recomienda porque la mayor parte del tiempo, el inventario en proceso permanece estático en el piso de

producción y lo que se busca es tener un flujo productivo balanceado y continuo. Esto se puede implementar porque el uso de lotes grandes, generalmente buscando ahorro en costos e ineficiencias, incrementa el tiempo de cola y adicionalmente, la mayoría de las máquinas tienen capacidad ociosa que puede ser usada para realizar más alistamientos. Al reducir los lotes de transferencia a la mitad, no se aumenta el número de cambios en la máquina, sólo el número de desplazamientos; es decir, tener lotes grandes de transferencia no ahorra costos. Del otro lado, al reducir los lotes de proceso sí se aumenta el número de alistamientos, pero se reduce el tiempo de entrega.

- Ahogar liberación de materia prima: ahogar la entrada de materia prima, implica limitar el piso de producción, manteniendo solamente las órdenes que necesitan ser realizadas para su entrega en un horizonte de tiempo determinado que dependerá del amortiguador establecido. Para cada familia de producto se establece un amortiguador correspondiente al 50% del tiempo de entrega actual. Las órdenes se liberan al piso de producción sólo un amortiguador antes de la fecha de entrega prometida. El WIP (work in process, producto en proceso) excesivo se congela hasta que se deba liberar. Es necesario aplicar este paso porque tener muchas órdenes en proceso confunde las prioridades, prolonga el tiempo de entrega y reduce el cumplimiento. Es posible aplicarlo porque en la mayoría de las plantas, el tiempo de toque es una pequeña fracción del tiempo de entrega (<10%), el resto es tiempo de cola. Si se espera para liberar, no se acumula inventario y cuando se libera, se obtiene un flujo ordenado y continuo.

Si se sigue esta política, cuando se ve una orden en el piso de producción, se sabe que ese pedido debe ser despachado en algún momento entre hoy y el amortiguador. Ninguna otra orden debe estar en la planta. Si un pedido es solicitado para algún momento después del amortiguador a partir de hoy, no debería estar en la planta todavía.

- Establecer prioridades: la administración de prioridades consiste en “priorizar” las órdenes de trabajo de acuerdo al porcentaje de consumo de su amortiguador. Se recomienda usar un sistema de semáforo indicando qué tanto se ha consumido éste. El amortiguador se parte en tres zonas iguales, una orden roja tiene mayor prioridad que una amarilla, así como una amarilla tiene mayor prioridad que una verde. Se deben procesar las órdenes de mayor prioridad primero, sin importar la facilidad o sencillez de fabricación de una orden de menor prioridad. La zona azul significa que la orden está congelada y sólo se puede liberar cuando entre en alguna de las zonas del semáforo; la zona negra significa que ya el pedido superó la fecha de entrega prometida y el nivel de servicio y cumplimiento disminuirán.

Si se tienen varias órdenes en rojo, no se debe “optimizar dentro del ruido”, sino despachar como se pueda pero rápido; es decir, no es necesario procesar las órdenes que estando en rojo, hayan consumido más amortiguador (más cercanas al negro), pues finalmente todas están en rojo y si no se despachan, se incumplirá al cliente.

En la siguiente figura se puede observar el sistema de prioridades según el porcentaje consumido del amortiguador y la zona de color:

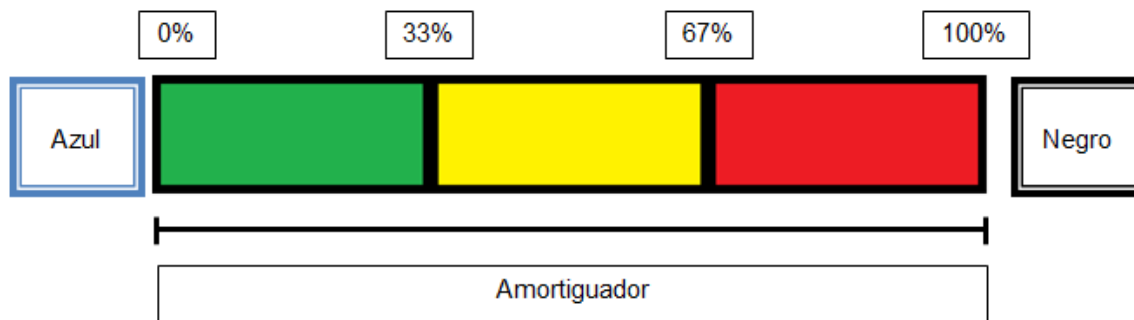


Figura 2. Sistema de prioridades

La fórmula para calcular el consumo porcentual del amortiguador, es la siguiente:

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{F.\text{entrega} - \text{Hoy}}{\text{Amortiguador}}$$

- Manejar (explotar) recursos con restricción de capacidad (**RRC**): además de la restricción, que es el mercado, en la planta puede haber recursos con capacidad restringida que impiden alcanzar un alto nivel de servicio. La mejor manera de explotar un RRC, es asegurando que siempre esté en funcionamiento, tomando acciones sencillas como asegurarse que éstos no paren en horas de descanso o almuerzo, descargándoles trabajo en otros recursos que tengan capacidad ociosa, subcontratando, disminuyendo tiempos de montaje, usando horas extra, etc.
- Monitorear la carga: el control de carga consiste en un análisis de capacidad del RRC. Si el objetivo es ofrecer tiempos de entrega confiables a los clientes, en un aumento de la demanda, estos tiempos van a tender a elevarse y la empresa no podrá prometer fechas de entrega seguros; por esta razón el control de la carga es indispensable para el funcionamiento correcto del sistema. La incertidumbre y la rápida variación de las ventas conllevan a un desperdicio en la capacidad y ponen en riesgo los compromisos de entrega. El incremento de las ventas provoca la aparición de RRC's permanentes y aumenta la probabilidad de incumplir con las fechas prometidas si es que no se maneja un adecuado control de carga. Se debe establecer entonces un mecanismo que permita obtener al área comercial una fecha de entrega con la que se pueda comprometer, de acuerdo a la carga real de la planta. Para establecer la fecha de entrega segura, la nueva orden se ubica en el primer puesto disponible del RRC y se le adiciona medio amortiguador. La fecha de entrega estándar es lo que siempre se demora. Se escoge la fecha más larga entre estas dos fechas. Si la fecha de entrega estándar es mayor a la segura, se le debe prometer al cliente la estándar para no malacostumbrarlo.
- Mejorar el flujo - POOGI: las perturbaciones dentro del sistema de producción son la causa del incumplimiento del objetivo de la empresa. Por esto, se debe llevar un control de las causas que provocan estas perturbaciones y crear grupos de mejora que lleven a cabo acciones correctivas. Cuando una orden entra en zona roja o negra, ésta se registra como una de las causas críticas que ponen en peligro el cumplimiento. Se recomienda hacer un análisis de Pareto una vez por semana de las causas críticas para diseñar planes de acción para mejorarlas.

- Ajustar amortiguadores: a veces los amortiguadores no quedan bien definidos o se pueden presentar cambios en el entorno que alarguen los tiempos de entrega. Si el amortiguador es demasiado largo, se acumula más WIP en el piso de producción, ya que hay más órdenes liberadas y con esto aumenta el tiempo de espera, incrementando también el tiempo de entrega. En este caso, se debe recortar el amortiguador.

Para que los amortiguadores sean suficientes para absorber y soportar las variaciones en el proceso y evitar un alto nivel de estrés en la planta, se recomienda incrementar los amortiguadores un 20% cuando la cantidad de órdenes rojas están consistentemente por encima del 15%. Esto funciona porque la cantidad de órdenes en rojo son un muy buen indicador del estrés al que está siendo sometida la planta; si se incrementan los amortiguadores, se reducen las órdenes en rojo más o menos a la mitad. Del otro lado, es posible que muchas veces pueda entregar pedidos mucho antes de que estén en zona roja por el manejo de los RRC y la eliminación de interrupciones que hacen liberar capacidad; en este caso, los amortiguadores se deben disminuir en un 20% cuando la cantidad de órdenes rojas estén consistentemente por debajo del 5%.

- Establecer sistema de indicadores: muchos de los indicadores que manejan las empresas no miden el verdadero desempeño del sistema, ya que no toman en cuenta el valor de los pedidos ni la magnitud de los atrasos. Para que las acciones de la empresa estén alineadas con la meta, pedidos bien hechos, completos y a tiempo, TOC propone usar el indicador TVD (throughput value day), calculando diariamente el porcentaje de las órdenes que están en rojo y las que están en azul. El TVD es el tróput de acuerdo al número de días de atraso. No es plata que se está perdiendo, sino que castiga las órdenes atrasadas.

$$TVD = \sum (tróput_i \times \# \text{ de días de atraso})$$

Donde la i es cada pedido y el tróput = precio de venta – costos totalmente variables.

Si hay pedidos que no están atrasados, el TVD es \$0 día. Se recomienda graficar este indicador y lo ideal es que su tendencia sea hacia cero.

(Retamales García & Cedeño Barreiro, 2009)

(Céspedes Peña & Céspedes Peña, 2011).

2. METODOLOGÍA

A continuación se describen los pasos y métodos seguidos para llegar al cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos de este trabajo y alcanzar así el objetivo general.

Para el primer objetivo, *caracterizar la metodología utilizada actualmente por la empresa para la programación de las operaciones y para la gestión de compras e inventarios*, se partió de información secundaria de trabajos universitarios realizados en semestres anteriores sobre la empresa y de información primaria por medio de la observación directa, visitas y entrevistas con las personas encargadas del área de producción dentro de la compañía.

Se obtuvo información precisa sobre cada una de las etapas del proceso productivo, se describió paso a paso cada una de éstas y se incluyó información sobre los equipos, materiales, personas necesarias en el proceso y en algunos casos, el tiempo que toma hacer la actividad. Para complementar esta primera etapa de caracterización, se hizo un video donde se muestra y explica claramente cada una de las etapas del proceso productivo.

Se describió también cómo es la compra de materia prima y cómo se manejan los inventarios; se explicó detallada y precisamente el proceso de programación de la producción y se habló sobre el nivel de servicio y la rotación de inventarios. Esta información se obtuvo gracias al diálogo directo con personas de la empresa.

Finalmente, para mostrar de una forma más gráfica el proceso y utilizando algunas herramientas de la ingeniería industrial, se construyó el cursograma sinóptico y el flujograma de todo el proceso productivo.

Para alcanzar el segundo objetivo, *definir las acciones que deben ser tomadas por la empresa para implementar el sistema S-DBR + BM*, como la empresa trabaja bajo pedidos, se describieron y explicaron las acciones propuestas para operaciones MTO (make to order) que se deben seguir; estas son:

- Ahogar la liberación de materia prima: establecer un amortiguador para cada orden y establecer la fecha de liberación a la planta de producción.
- Establecer un sistema único de prioridades: dividir el amortiguador en tres zonas iguales y establecer prioridades de color azul, verde, amarillo, rojo y negro de acuerdo al consumo porcentual de éste.
- Manejar los RRC's (recursos con restricción de capacidad): identificar los RRC's y liberarles capacidad adicional buscando acciones simples que se puedan aplicar.
- Monitorear la carga: determinar una fecha de entrega segura para proponerle al cliente para los nuevos pedidos que llegan.
- Mejorar el flujo: identificar las causas críticas que ponen en peligro el cumplimiento de las órdenes cuando están en zona roja o negra. Además, realizar diagramas de Pareto para identificar y controlar las causas principales.

- Ajustar los buffers: incrementar o disminuir los amortiguadores dependiendo del porcentaje consistente en que se encuentren las órdenes rojas.
- Establecer sistema de indicadores: establecer un sistema de indicadores del TVD donde se evaluará diariamente el tróput en relación al número de días de atraso (indicador monetario).

Por último, el tercer objetivo específico, *evaluar las mejoras obtenidas, comparando el sistema actual con el sistema propuesto, a través de una simulación*, se desarrolló paralelamente al segundo. A medida que se describían las acciones que se deberían llevar a cabo, se fue implementando cada paso también a partir de información y datos reales de la empresa.

Se utilizó Excel como herramienta para hacer la simulación.

- Ahogar la liberación de materia prima: Inicialmente para determinar el lead time, se sacó un promedio de tiempos históricos que demoran los rollos de tela en la fábrica, desde que entran hasta que son despachados. A este tiempo se le quitó un día, ya que para calcular el amortiguador se necesita el tiempo hasta que el producto es entregado a bodega y en la empresa, el tiempo promedio que permanece la tela en bodega esperando para ser despachada al cliente, es de un día. Estos tiempos fueron validados directamente en la empresa y se tiene la certeza que son reales. Después de tener el lead time se procedió a calcular el amortiguador que es la mitad de este tiempo. Se partió de una semana de programación real de la empresa para determinar las fechas prometidas a bodega y a partir de éstas y el amortiguador se calcularon las fechas de liberación de materia prima al piso de producción.
- Establecer un sistema único de prioridades: se montó un sistema de prioridades de los pedidos. Todos los pedidos fueron evaluados por este sistema día a día para determinar qué tan importante era y qué tan cerca estaba de llegar a la fecha límite. Este sistema funciona con un indicador del consumo porcentual del amortiguador; es decir, muestra cada día lo que el pedido se ha consumido del amortiguador. A mayor porcentaje, mayor consumo y mayor importancia debe tener para ser terminado y entregado a tiempo. La fórmula para calcular estos porcentajes es:

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{F.\text{entrega} - \text{Hoy}}{\text{Amortiguador}}$$

Un pedido sale de este sistema cuando es despachado (entregado a bodega). Se hizo primero una demostración con todos los pedidos de cómo funciona el sistema teniendo en cuenta que ningún pedido había sido despachado. Después se hizo la simulación día a día ya teniendo en cuenta los pedidos que habían sido entregados a bodega. Se obtuvo un resultado del porcentaje de nivel de servicio de acuerdo a los pedidos que se entregaron a tiempo y los que incumplieron y se comparó con el resultado real obtenido, es decir, con el porcentaje de cumplimiento real obtenido por la empresa esa semana.

- Manejar los RRC's: se buscó el recurso con capacidad restringida de acuerdo a algunos criterios como fueron la cola de inventario en proceso delante de los recursos, los porcentajes de utilización, los tiempos de paros, entre otros. Luego de ser identificados, se describieron posibles acciones a tomar para evitar que estos recursos se detengan y procurar que siempre estén en funcionamiento.

- Monitorear la carga: después de establecidos los RRCs, se obtuvo la capacidad de cada uno de ellos, por medio de un promedio de la cantidad de metros procesados por día en cada modalidad de estampación: rotativa y plana. Estas cantidades se redujeron a metros estampados por minuto (velocidad promedio en cada modo de estampación).

Luego, se graficó la cantidad de metros que se tienen vendidos teniendo como tope por día, la capacidad hallada en la modalidad rotativa anteriormente. La fecha segura para los nuevos pedidos se calculó de dos formas: una gráficamente, ubicando el pedido en el primer lugar disponible en la gráfica y agregando medio amortiguador (3 días); la otra, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Fecha segura} = \text{carga actual del RRC (tiempo)} + \text{tiempo del nuevo pedido} + \frac{A}{2}$$

Esta fecha segura se debe comparar con la fecha estándar que corresponde al lead time y escoger la mayor entre ellas. Esto es un análisis dinámico. Se debe hacer cada vez que se procesa un pedido o llega uno nuevo para obtener fechas confiables y el área de ventas sí pueda prometer tiempos reales a los clientes. Adicional a esto, todos los pedidos nuevos que llegaron fueron incluidos en la base de datos para calcular el amortiguador y las fechas de liberación de materia prima a partir de la fecha segura calculada que se convierte en la fecha prometida de entrega.

- Mejorar el flujo: se creó una base de datos en Excel donde se especificaron los paros o inconvenientes que tuvieron los pedidos que entraron en zona roja o negra día a día. Luego se presentó con una gráfica de Pareto las causas de estos retrasos semana a semana para hacerles seguimiento y crear planes de acción para evitar reincidencias.
- Ajustar los buffers: se construyó una gráfica de control que se debe alimentar día a día con el porcentaje de órdenes en rojo y en negro que resultaron en la jornada. Si se ve una serie consistente de puntos por encima del límite superior, se debe aumentar el amortiguador; si se ve por debajo del límite inferior, se debe disminuir el amortiguador.
- Establecer sistema de indicadores: a partir de la lista de precios que maneja la empresa para el 2012, se determinaron los precios unitarios de venta (\$/m) para cada pedido. Además, se obtuvo un costo variable promedio ya que la empresa no maneja los costos desglosados por pedido y estos dependen de muchas variables (como metros estampados al mes, cobertura de color en la tela, número de colores, entre otros). Posteriormente, se calculó el tróput restando el valor total del pedido menos los costos. Para montar el indicador del TVD, se multiplicó el tróput por el número de días de atraso. Adicionalmente, se graficó este indicador diariamente para llevar un mejor control. Lo ideal es que éste vaya a la baja, con tendencia a cero. Al finalizar la semana, se totalizó el TVD y se comparó con este mismo indicador calculado para la misma semana bajo el sistema actual de la empresa sin aplicar TOC.

Para finalizar, se discutieron los resultados y se construyeron las conclusiones de acuerdo a éstos.

3. PROPUESTA PARA EL USO DE TOC EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA STAMPERÍA S.A

3.1 CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA STAMPERÍA S.A

3.1.1 Descripción del proceso productivo

Proceso de estampación: se reciben telas de varias construcciones como tejido plano y tejido de punto y varias fibras como algodón, poliéster/algodón, algodón/lycra, poliéster, entre otros, con anchos entre 1.10 m y 1.85 m. Estas telas deben ser aptas para estampar (desengomadas, blancas o teñidas, con buena humectación y sin ningún recubrimiento) y una vez ingresadas a la máquina estampadora, se les imprime el diseño con los colores solicitados por el cliente. Después de estampadas, las telas se termofijan para evitar que se destiñan; se revisan, se empaican y se despachan. El producto obtenido por el cliente son los rollos de telas con los diseños requeridos.

Ventas: aquí es donde empieza el proceso de la empresa. Los clientes llegan donde las vendedoras o son visitados por éstas y expresan sus necesidades. Las vendedoras les dan alternativas y les muestran diseños o los clientes llevan los que exactamente quieren. Se escoge pues, uno o varios diseños y los colores en los que se quieren estampar. Un mismo diseño se puede estampar en colores diferentes. A cada diseño de un color diferente, se le llama una pinta o combinación.

Separación de colores: como un diseño tiene generalmente más de un color, se debe separar cada color del diseño en un dibujo diferente y tratar cada uno por separado para que después cada color quede grabado en un chablón o cilindro. Cada uno de los colores se imprime en un acetato con su respectivo diseño, para que al ser aprobado por el cliente, pueda ser reproducido en uno de los equipos de grabación. A cada diseño se le pone un código.

- Equipos y materiales en la operación: hay 5 computadoras que cuentan con software de diseño como Corel y PIXELART, impresoras y plotters.
- Tipología: manual.
- Número de personas en el puesto de trabajo: dependiendo de la cantidad de trabajo, se necesita una persona por computador. Si hay mucho trabajo y los 5 computadores no alcanzan, el trabajo se manda a hacer a terceros.
- Tiempo en realizar la actividad: el promedio de un diseñador gráfico para separar un diseño es 2,3 diseños por día y el número de colores por diseño es en promedio de 5 colores. Sin embargo todo depende de la definición y complejidad

del mismo. No hay un tiempo estándar. A veces en diseños de un color como pepas o rayas, una persona puede realizar hasta 20 diseños. Y en diseños con grandes detalles y tamaños, se pueden demorar en un solo diseño hasta una semana completa.

Muestras: Cada pinta escogida por el cliente se lleva a muestras. Aquí se procede a preparar los colores elegidos, a grabar los diseños en pequeños chablonos y a estampar el diseño en un pedazo de tela. A este pedazo de tela estampada se llama **quemonazo**. Las muestras se devuelven a las vendedoras, quienes se la muestran a los clientes para su aprobación. Si se aprueba, se pasa a la siguiente etapa del proceso; si no se aprueba, se hacen los ajustes o cambios necesarios hasta que el cliente quede satisfecho.

- Equipos y materiales en la operación: plotter, película de impresión, chablonos, pigmentos, máquina de grabación, emulsión, rasqueta.
- Tipología: manual.
- Número de personas necesarias: 3 como mínimo para estampar una unidad.
- Tiempo en realizar la actividad: en promedio, en un día se obtienen 12 quemonazos. con 3,4 colores y 3,3 pintas en promedio.

Programación de producción: una vez que el cliente ha aprobado las muestras, la vendedora realiza una orden de producción, la cual es un formato en el que se indica el número de pintas, los colores, la cantidad de metros a estampar, el peso de la tela, el precio por metro y el precio total. Esta orden se lleva a la gerencia de producción y aquí se procede a programar el día que se va a estampar y en cuál máquina.

Recepción de producto a procesar: los clientes son los que llevan la tela para procesar. Una vez decidan lo que van a estampar, la empresa recibe los rollos de telas que éstos les proporcionan. Cuando entran las telas a la empresa, se cuenta el número de rollos que llegan, se pesan y se miden los metros de algunos de ellos (aleatoriamente) para confrontar la información del cliente y para que cuando el producto esté terminado, se corrobore que no falten metros. Después de medidos y contados, los rollos se van almacenando en armarios donde haya espacio, hasta el día de su estampación.

Grabación: de acuerdo a la programación y después de la separación de los colores, se lleva el diseño ya separado a grabación.

Es aquí donde se pasa cada dibujo de cada color a un chablón o a un cilindro, dependiendo de la máquina donde se vaya a estampar.

- **Chablón:** Son marcos metálicos forrados con mallas de poliéster monofilamento. El diseño se trae impreso, cada color en un acetato. Al chablón se le aplica una emulsión que es reactiva a la luz, se espera a que se seque y se monta en la máquina de grabación. Por debajo de la máquina, en un dispositivo especial, se pega el diseño que va a ser grabado, se cierra la máquina y se hace pasar la luz

para que queme el dibujo. Luego se saca el chablón, se lava con agua por medio de mangueras y se espera a que se seque. Este procedimiento se repite para cada color del diseño.

- Equipos en la operación: 1 máquina grabadora marca HARLACHER

Nº: 72F 174

H 72 F

1994

- Tipología: automática
- Número de personas en el puesto de trabajo: 1 operario
- **Cilindro:** Son tubos de 640 mm de perímetro y fabricados con níquel perforado. El diseño llega por computador, pues la maquinaria empleada para grabar cilindros es de última tecnología. Al cilindro se le aplica la misma emulsión que se usa en los chablonos y se espera a que se seque, se monta a la máquina y se graba con el diseño deseado a través de un proceso de inyección de tinta; se hace pasar la luz para quemar el diseño, se desmonta, se lava y se lleva a una estufa (polimerizadora) para secarlo. Por último, se lleva a que lo anillen para poderlo ensamblar a la máquina estampadora.
 - Equipos en la operación: una estufa, una anilladora, 1 máquina A` Tex Rotary Screen Engraver RS-2400
 - Tipología: automática
 - Número de personas en el puesto de trabajo: 1 grabador y 1 ayudante. Para el secado y el anillado se requiere de otra persona.
 - Tiempo en realizar la operación: la máquina se demora más o menos 15 minutos en grabar un cilindro, aunque depende de la complejidad del diseño.

Preparación de colores: los colores necesarios para cada diseño se preparan antes de la estampación. Se usan 9 colores base y a partir de éstos pueden hacerse muchísimos más diferentes. Los colores necesarios para cada diseño se preparan en reactores con agitadores, con pigmentos, ligantes, espesantes y suavizantes para que la tela quede bien estampada y con buen tacto. Si el diseño lo requiere, se pueden usar productos especiales como glitter, gamuzado, puff, perlado, metalizado, blancos, fluorescencias, entre otros.

- Equipos en la operación: 1 agitador.

- Tipología: manual y automático.
- Número de personas en el puesto de trabajo: 1 por turno (3 turnos de 8 horas) y 1 persona de turno partido.

Estampación: cuando ingresa material para procesar (telas) a la empresa, se le hace una revisión de cantidad para ver si cumple con lo que dijo el cliente que entregaba y una revisión de calidad (sucios, rotos, humectación, otros) para asegurar que las telas están aptas para entrar en el proceso de estampación. Listo esto, las telas se llevan a la máquina estampadora.

La empresa cuenta con dos máquinas: en la primera planta hay una mixta que puede estampar chablonos y cilindros y en la segunda planta, una que es sólo para cilindros. En la primera máquina, se llenan unos tanques pequeños con los colores necesarios para ser bombeados por medio de mangueras.

Cuando se estampa con chablonos, éstos se montan grabados en una secuencia especial y se hace pasar la tela por debajo de los chablonos. Entonces la máquina para, el chablón baja y se pasa el color hacia la tela, la máquina sube el chablón y se desplaza la tela para estampar el color siguiente. Así se repite hasta que se haya recorrido y estampado toda la tela en un proceso intermitente pero continuo.

Cuando se estampa con cilindros, se monta primero un cilindro con cinta adherente para que cuando pase la tela, se le peguen las pelusas y evitar que los otros cilindros se tapen con éstas; luego, van los cilindros grabados cada uno con un color. En cada cilindro, hay un palpador que mide el nivel de pintura, para indicar cuándo se necesita bombear más hacia su interior. El tejido ingresa adherido a una banda de caucho que se mueve continuamente haciéndolo pasar por debajo de cada cilindro y permitiendo que el color de cada uno sea impreso de acuerdo a lo solicitado.

Después de que la tela pasa por debajo de los chablonos o cilindros y queda estampada, entra a una estufa de la máquina a altas temperaturas presecandola para darle un fijado inicial a los colores. A la salida de la estufa, la tela se recoge en un carro especial para ser llevada a termofijación. Cuando se termina de estampar, se saca el color que sobra del tanque, se desmontan los cilindros o chablonos, se lavan y se secan. Si hay otra pinta (el mismo diseño con colores diferentes), se vuelven a montar los cilindros o chablonos y se cargan los tanques con los colores nuevos. Si no hay más pintas, los cilindros o chablonos se llevan a recuperación y la máquina se prepara para estampar otro diseño. La recuperación es un proceso para reutilizar los cilindros o chablonos con otro diseño posteriormente.

Para la segunda máquina, el proceso es el mismo pero sólo con los cilindros.

El proceso de estampación con cilindros es más rápido que con chablonos, ya que es un proceso continuo. Durante el proceso se debe ir revisando que los colores estén saliendo bien y que quede bien estampada la tela.

- Equipos en la operación: 2 máquinas estampadoras.

La primera máquina tiene la siguiente referencia:

Johannes Zimner

Klangenfurt Austria

RB II W

Rapport: 64 – 102 cm

- Tipología: automática. Pero todo el montaje es manual (colores, chablon, cilindros, tela, revisión...).
- Número de personas en el puesto de trabajo (en 1 máquina): 1 operario, 1 ayudante y 1 guiador de la tela por turno.

Se producen más o menos 5.500 m de tela por día en cada máquina (11.000 metros diarios entre rotativa y plana).

La máquina 1, la mixta, tiene capacidad para 6 colores planos y 3 en rotativa y la máquina de la planta de arriba tiene capacidad hasta para 8 colores en rotativa.

Ambas máquinas estampan telas de anchos máximos de 1.85 metros.

Termofijado: cuando la tela está estampada, se lleva a las ramas. Éstas son máquinas que funcionan a muy altas temperaturas (200°C aproximadamente) para fijar el color a la tela y evitar que se desgaste con el uso, tiempo o lavadas. La tela es enrollada al final sobre un tubo de cartón.

- Equipos en la operación: 2 ramas.
- Tipología: automática.
- Número de personas en el puesto de trabajo: 1 operario y 2 ayudantes, por turno y por rama.
- Tiempo de duración de la operación: 15m/minuto a 180/200 grados centígrados

Revisión: la tela ya lista, antes de ser despachada, debe pasar por los puestos de revisión y ser aprobada por calidad para poder ser enviada al cliente. Se monta la tela en la revisadora, la cual la va desenrollando en un extremo y enrollando en el otro. El revisor debe encargarse de ver muy bien si hay algún tipo de defecto en el estampado. Si el defecto es pequeño, se corrige manualmente y luego se pasa a empaque. Si el rollo está bueno, se pasa a empaque. Si el rollo tiene problemas de estampación se debe calificar por medio de un sistema por puntos (calificación por puntos), se habla con el cliente, y si

es necesario, se asumen las pérdidas y se vende como retazos. Los defectos más comunes que pueden salir son: repisado, descascado de colores, arrugas en la tela, encharques, entre otros.

- Equipos en la operación: 2 revisadoras y 1 mesa de retoque.
- Tipología: automática. El proceso propio de revisión es manual y el de retoque también.
- Número de personas en el puesto de trabajo: 1 revisador y 1 para retoques.
- Duración de la operación: 5-10 m/min

Empaque y etiquetado: cuando el despacho es para la ciudad, cada rollo se empaqueta en bolsa de polietileno transparente con su etiqueta donde está impreso el metraje, los kilos y el código del diseño estampado para llevar la trazabilidad del producto. Cuando el despacho es por fuera de la ciudad, los rollos además de la bolsa transparente de polietileno, se meten en bolsa de polietileno negro y zunchada.

Despacho: se llevan los rollos a los clientes en vehículos de la empresa (camiones).

En los anexos se incluye un video donde se presenta claramente todo el proceso productivo.

3.1.2 Compras y manejo de inventarios

En cuanto a materias primas, las principales que se manejan en la empresa son: pigmentos, ligantes y espesantes. El pedido de materias prima se hace con un punto de reorden así: 20 kilos para los pigmentos, 1 tonelada para el ligante y 300 kilos para el espesante. Hay otras materias primas de menor importancia como el plástico, cartón y en general productos químicos auxiliares, que se piden también cuando llegan a cierto punto de reorden pero son pequeñas cantidades. Cuando se hace un pedido, se pacta siempre con el proveedor que haga la totalidad de la entrega de una sola vez.

3.1.3 Programación de la producción

La programación de las órdenes de producción se hace con base a los ciclos o lead times para cada cliente, a la cantidad de colores que determina en qué máquina se debe hacer y la capacidad de estampación por máquina.

Al momento de estampar se maneja un “colchón” de capacidad que permite amortiguar los pedidos inesperados y afectar en menor proporción la programación de la planta.

Se establecen lotes mínimos, no inferiores a 100 metros que a su vez deben llegar con una adición de tela aproximadamente de 15 a 20 metros para garantizar el arranque de producción sin afectar el pedido original (este arranque implica entonación de color y registro del mismo).

Las personas de ventas son los que determinan la programación de la producción por medio de emisiones de órdenes, generadas por los pedidos que a diario hacen los clientes. Esta información constituye un punto básico en la administración de la producción porque determina las cantidades que deben producirse y cuáles diseños deben procesarse. En este sentido, las órdenes de ventas le brindan al encargado de producción la oportunidad de ejercer su autoridad para iniciar la producción de los productos asignados y determinar la cantidad y el tiempo a ser entregado. Como el producto que se manufactura en la empresa es tan variado (diferentes tipos de tela, con todo tipo de diseños y combinaciones de colores), y la estandarización es muy poca entre un producto y otro, el área de producción trabaja por pedidos y le informa al área de mercadeo y ventas la capacidad de entrega con la que cuenta en dicho momento, según la cantidad de pedidos que se estén produciendo. Los cambios en la capacidad se determinan a través de la programación de la producción basada en los pedidos reales de los clientes y se incluyen en la programación teniendo en cuenta ciertos criterios de eficiencia como número de metros, número de colores y número de pintas o combinaciones por diseño.

La planeación de la producción se realiza con base en un presupuesto de ventas creado al inicio del año contable, el cual se basa en información histórica de demanda de años anteriores, en las expectativas del mercado y en la capacidad de las máquinas. Así, es importante resaltar que esta organización, por su naturaleza de diseño y de trabajo personalizado al cliente, trabaja bajo el factor de la moda, el diseño, el color y el gusto del cliente. Es por esto que La Stampería S.A, realiza una planeación basada en la combinación de pronósticos, de conocimientos y persecución de tendencias. Para hacer esta planeación se tiene que tener en cuenta que los productos de esta empresa no siguen una demanda lineal a lo largo del año, sino que presentan variaciones según la temporada.

La programación de la producción se realiza cada jueves. En la semana, los vendedores van llenando un tablero con los pedidos que negocian con los clientes y todos los jueves entregan las órdenes de producción en una reunión que se hace entre ellos y el personal de producción. Se procede entonces a llenar una planilla de producción, dando prioridad a ciertos clientes de acuerdo a los negocios y promesas que se hayan pactado. Los plazos de entrega que se tienen estipulados son de más o menos 4 días a partir del momento en el cual se estampa, ubicado dentro de la programación. Se debe tener en cuenta también que el tope máximo de estampación es de aproximadamente 5.500 m diarios por máquina. Se programa la estampación en una máquina específica dependiendo de la dificultad del diseño, del número de colores, de la cantidad de metros y de la disponibilidad de los equipos.

La empresa no cuenta con un software o algún tipo de sistema de programación. Todo esto se desarrolla en una hoja en Excel creada en la empresa, en la cual se especifica por máquina: el cliente, la referencia del diseño, si se estampa con cilindros o con chablonés, la cantidad de metros a estampar, la cantidad real estampada, el día de la semana, el ancho de la tela, el número de colores y el número de pintas o combinaciones.

La planta trabaja 24 horas, con 3 turnos de 8 horas de lunes a las 6 de la mañana a domingo a las 6 de la mañana; además, durante las reuniones de programación de los jueves, dependiendo de la cantidad de pedidos, se programa trabajar los domingos y/o festivos. Cada 15 días hay cambio de turno.

3.1.4 Nivel de servicio

De acuerdo a la información suministrada por la planta de producción, se encontró que el nivel de servicio de la empresa, actualmente, está entre el 60% y el 70%. Aproximadamente, un 10% de los pedidos, se entrega al cliente con un atraso de 1 o 2 días y el resto (más o menos un 20%), con un atraso de 3 o más días. Es evidente que acá hay una oportunidad de mejora ya que hay un amplio gap entre el nivel de servicio ideal que es el 100% y el actual, para tener a los clientes totalmente satisfechos.

3.1.5 Rotación de inventario de producto en proceso

En cuanto a los inventarios, la empresa no cuenta con ellos como activos propios. Los rollos de tela son suministrados por los clientes para obtener el producto terminado deseado. Se puede decir que la tela pasa como inventario de producto en proceso, 6 o 7 días de acuerdo al lead time de la empresa, en las siguientes etapas:

- Almacenamiento inicial de tela: desde que el cliente ingresa la tela a la empresa hasta que ésta es despachada para producción.
- Almacenamiento entre procesos: desde que la tela sale estampada hasta que es llevada a termofijación.
- Almacenamiento por calidad: desde que la tela sale de la termofijadora hasta que calidad la aprueba para su despacho.
- Almacenamiento final de la tela: desde que es empacada y etiquetada hasta que es despachada por el transporte de la compañía.

3.1.6 Flujograma del proceso productivo

A continuación se presentan los planos de la empresa por piso. En el primer piso se encuentra la recepción y revisión de tela, almacenamiento, la máquina estampadora mixta, una termofijadora, la cocina de preparación de colores, dos cuartos para grabación y uno para recuperación, el laboratorio de calidad, las mesas revisadoras, baños y vestieres para el personal, recepción de clientes, la caldera y al fondo se encuentran las máquinas para el proceso de tintorería. En el segundo piso se encuentra, la segunda máquina que estampa sólo en rotativa, otra termofijadora, el cuarto de muestras y espacio para almacenamiento de tela y cilindros.

En estos planos se muestra el flujo de materiales que interviene en el proceso productivo de la empresa.

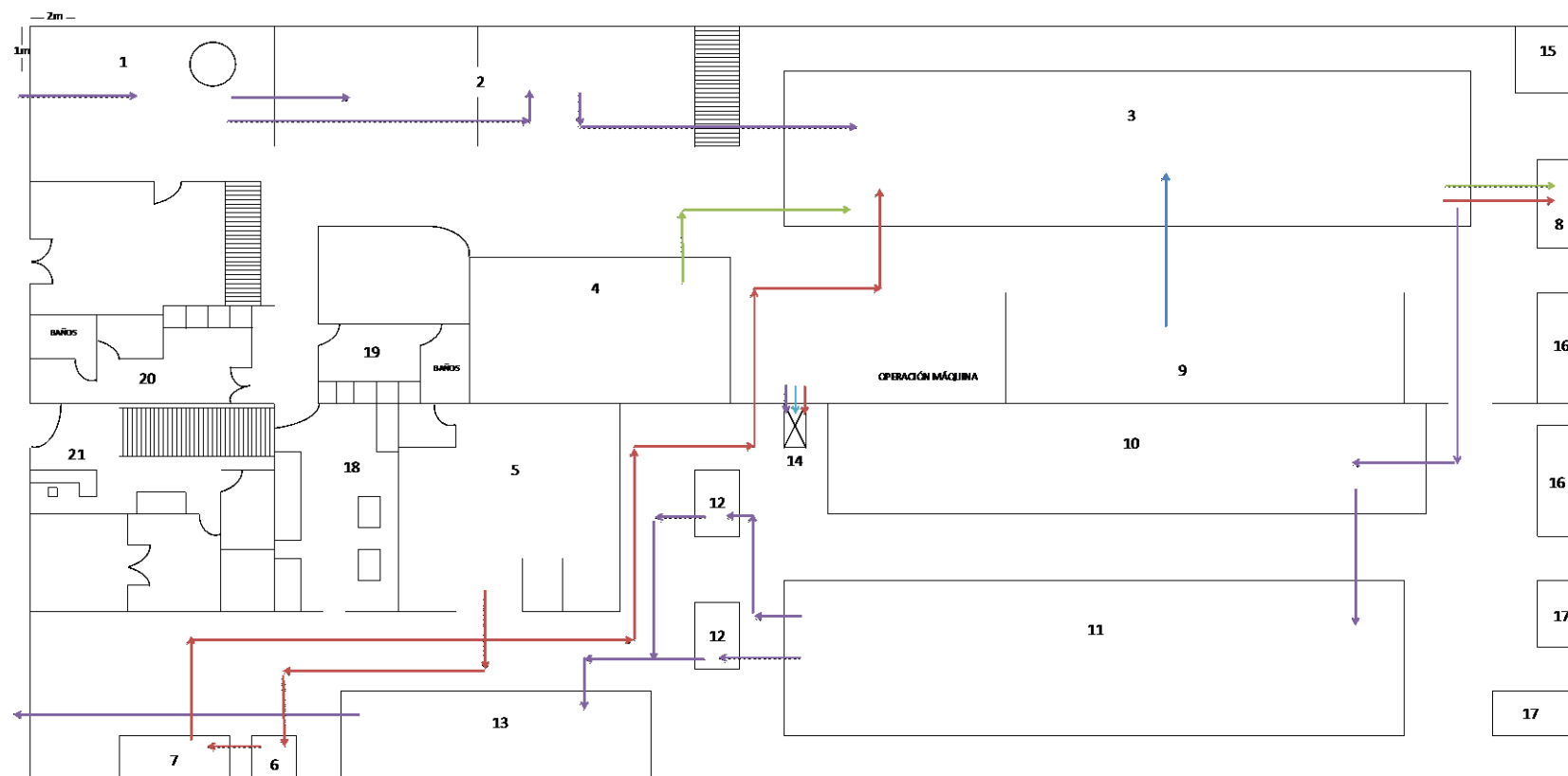


Figura 3. Plano primer piso

→ Recorrido tela
 → Recorrido color
 → Recorrido chablonos
 → Recorrido cilindro

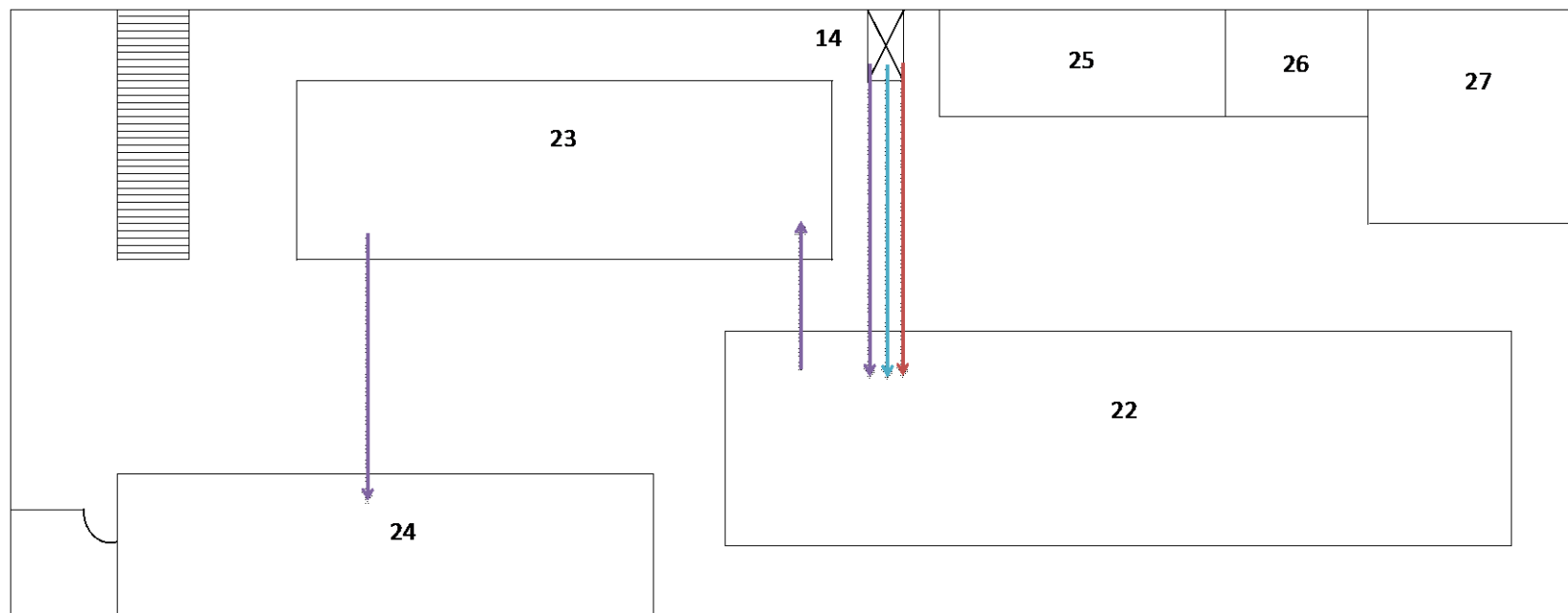


Figura 4. Plano segundo piso

→ Recorrido tela
 → Recorrido color
 → Recorrido chablonos
 → Recorrido cilindro

A continuación se presenta la referencia de los números de los planos con sus respectivos nombres:

1. RECEPCIÓN MATERIA PRIMA (REVISIÓN)
2. ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA (ROLLOS DE TELA)
3. MÁQUINA ESTAMPADORA MIXTA (1)
4. GRABACIÓN PLANA (CHABLONES)
5. GRABACIÓN ROTATIVA (CILINDROS)
6. POLIMERIZADORA
7. ANILLADO CILINDROS
8. RECUPERACIÓN
9. PREPARACIÓN COLORES
10. ALMACENAMIENTO PRODUCTO EN PROCESO/TERMINADO
11. MÁQUINA TERMOFIJADORA 1
12. MESAS REVISADORAS
13. ALMACENAMIENTO PRODUCTO TERMINADO
14. ELEVADOR
15. CALDERA
16. BARCA
17. JET
18. LABORATORIO DE CALIDAD
19. VESTIDORES MUJERES
20. VESTIDORES HOMBRES
21. RECEPCIÓN CLIENTES

22. MÁQUINA ESTAMPADORA ROTATIVA (2)
23. MÁQUINA TERMOFIJADORA 2
24. ALMACENAMIENTO TELAS
25. PORTA CILINDROS
26. LAVADO
27. MUESTRAS

Tabla 1. Relación de las partes de la empresa con el plano de la planta

3.1.7 Cursograma sinóptico

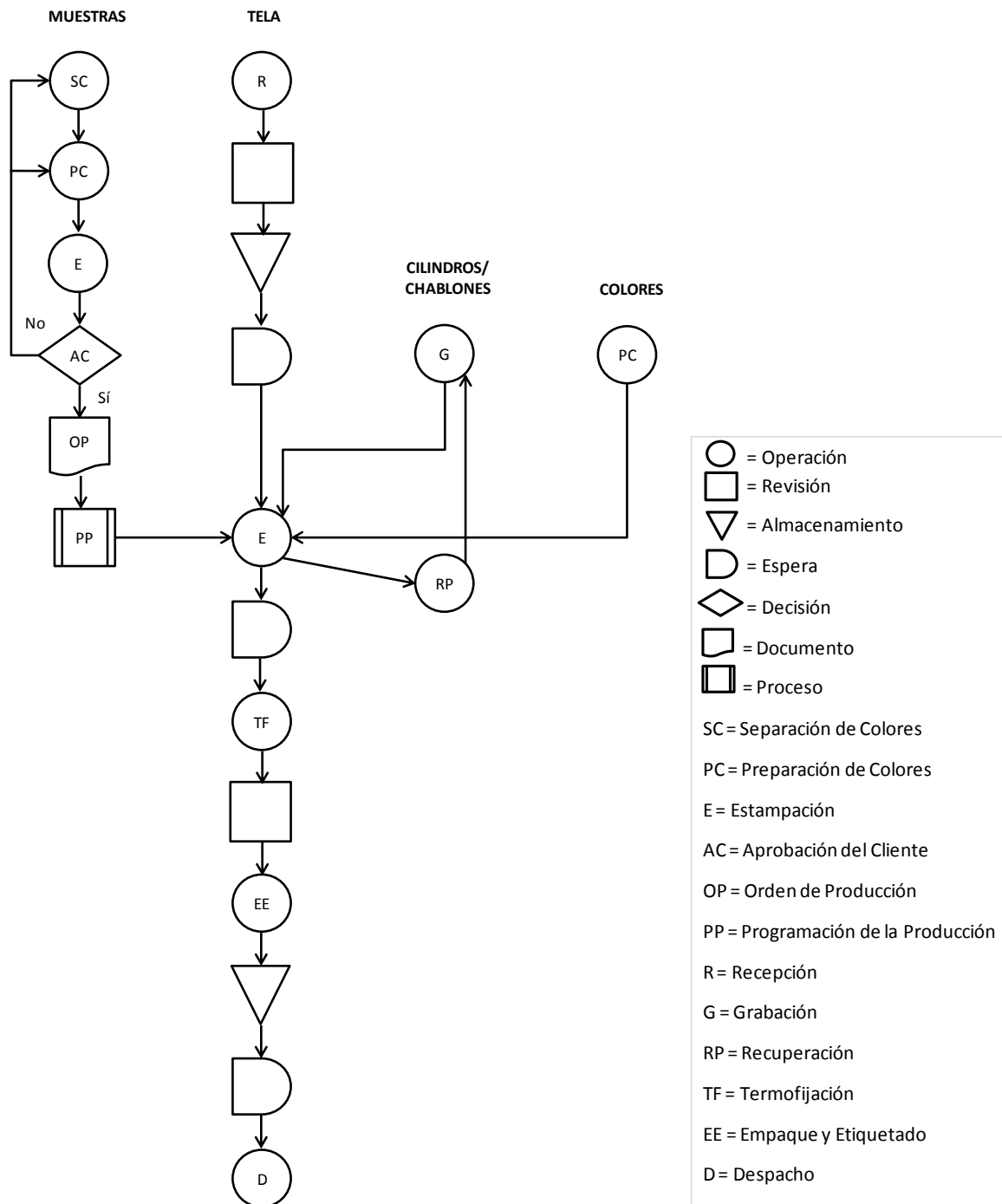


Figura 5. Cursograma sinóptico proceso de estampación de telas

3.2 PROPUESTA EN CASO DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE TOC

3.2.1 S-DBR + BM

La Stampería S.A es una empresa que estampa y tiñe telas entregadas por el cliente. Actualmente su nivel de servicio está entre el 60% y el 70% aproximadamente, y maneja un inventario de producto en proceso de más o menos 7 días. Cuando un cliente hace un pedido, se le promete entregar el producto entre 3 y 4 días después de que es programado para su estampación.

A continuación, se presentan las propuestas de los pasos planteados por TOC empleando el modelo S-DBR+BM, en caso de aplicarlos y ajustados a la empresa La Stampería S.A en Medellín:

- Recortar el tamaño de los lotes: cuando llega un pedido, el cliente dice cuánta tela quiere que se le estampe en cada pinta o diseño. A esta cantidad se le llamará un lote (un lote puede estar compuesto de uno o varios rollos de tela). Como se mencionó anteriormente, existen dos tipos de lotes: el de transferencia y el de proceso. En este caso, el lote de transferencia puede ir desde un rollo hasta una cantidad indefinida, pues a veces esperan para pasar un rollo de tela de un proceso a otro, a que se acumulen varios para así trasladar más de uno y aprovechar el desplazamiento; el lote de proceso es sólo uno, pues sólo se puede estampar un lote completo antes de cambiar de referencia. En este caso, un cambio de referencia puede ser cuando se cambia de color en un mismo diseño o cuando se cambia de diseño, pues en ambos casos hay que hacer nuevos montajes y preparar los materiales necesarios para la nueva estampación.

La metodología recomienda reducir los lotes de transferencia en todas las operaciones, y los de proceso en las que tienen capacidad ociosa, a la mitad. En este caso se puede reducir el lote de transferencia a uno, ya que esto no genera sobrecostos y puede contribuir a tener un flujo de proceso continuo y organizado. Lo único que se podría aumentar con esto, es el número de desplazamientos. Sin embargo, este paso no aplica mucho para este tipo de proceso.

- Ahogar liberación de materia prima: lo que se pretende con esta acción es liberar a la planta sólo las órdenes que se deben procesar dentro de un horizonte de tiempo predefinido, evitando llenar el piso de producción de muchas órdenes que no se necesitan producir en el corto plazo y que generan desorden y caos.

La empresa maneja un tiempo de despacho de su producto de más o menos 9 días desde que llega la tela, pudiendo producir, en condiciones ideales (sin paros ni retrasos) en menos de un día. Esto quiere decir que el tiempo de toque es muy pequeño comparado con el tiempo de proceso. Lo que se pacta actualmente con el cliente, es entregarle su pedido 3 o 4 días después de que es programado para la estampación (incluyendo este día).

Para determinar el lead time real de la empresa, se tomó el tiempo histórico de algunos pedidos en lo que va del año, desde que la tela entró a la fábrica hasta que ésta salió de la empresa y se sacó un tiempo promedio. Estos datos se encuentran en el anexo 2, 3 y 4. Se obtuvo un tiempo promedio de 10 días, pero se le resta uno porque el amortiguador se debe calcular hasta que la tela se entrega a bodega de producto terminado y en la empresa, las telas pasan almacenadas máximo un día, en promedio, antes de ser despachadas (antes de salir). Esto indica que al cliente se le puede hablar de una fecha de entrega de 1 día después de que el producto es entregado a bodega.

Se tiene entonces que el lead time es de 9 días (10 – 1). El amortiguador se calcularía a partir de este tiempo, así:

$$\text{Amortiguador} = \frac{\text{Tiempo de Producción Actual}}{2}$$

$$\text{Amortiguador} = \frac{9 \text{ días}}{2}$$

$$\text{Amortiguador} = 4,5 \text{ días}$$

Se redondea el amortiguador y se tiene entonces:

$$\text{Amortiguador} = 5 \text{ días}$$

Esto representa el tiempo de anterioridad con el que se debe mandar una orden al piso de producción; es decir, sólo 5 días antes de que se cumpla la fecha prometida de entrega, se debe empezar a procesar el pedido. Cuando se habla de fecha de entrega prometida, se refiere a la fecha en que la tela es empacada y etiquetada y es entregada a bodega (no significa que es la fecha cuando el producto terminado es despachado o cuando le llega al cliente). Si por ejemplo se tiene que la fecha prometida de entrega de un pedido X a la bodega, es el 29 de marzo, la orden y todos los materiales necesarios se deben liberar a la planta el 24 de marzo, para así tener 5 días en los que se puede trabajar tranquilamente y cumplir con el plazo que se le dio al cliente. A este se le entregará el pedido el 29 o el 30 de marzo.

Es necesario que todos los alistamientos, ajustes y productos necesarios para la producción, estén listos cuando se libere la orden para evitar retrasos o paros y así se cumpla con las fechas establecidas.

En la siguiente ilustración se muestra gráficamente, lo anteriormente descrito:

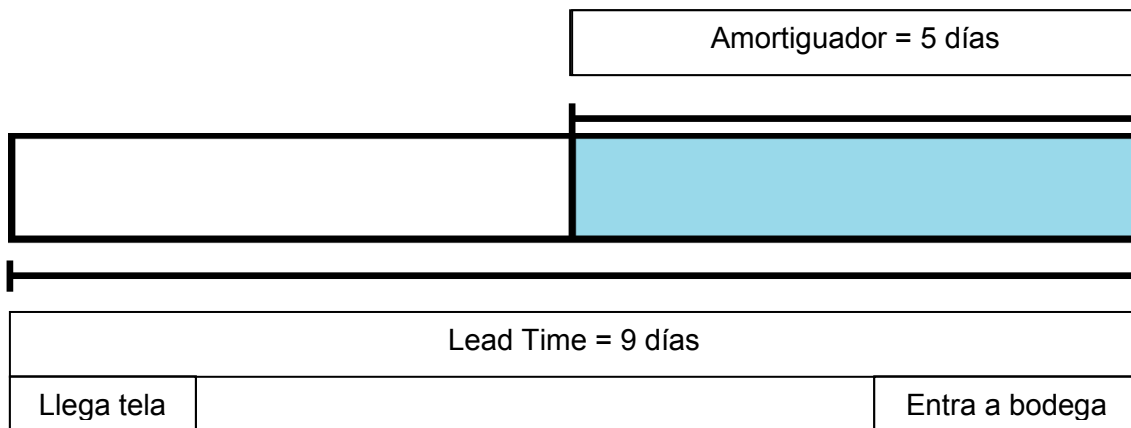


Figura 6. Amortiguador para La Stampería S.A

Este amortiguador aplica para pedidos hasta de 8.518 metros; para requeridos más grandes, se deben partir en “subpedidos” y aplicarle el amortiguador a cada uno de ellos para que sí se alcance a producir todo el metraje. Esto se debe hacer porque para un pedido muy grande, el amortiguador de 5 días es muy pequeño y no sería suficiente para alcanzar a cumplir. Se debe tener en cuenta que de esta manera, los subpedidos podrían tener fechas diferentes de entrega o se podría manejar una única fecha que sería la última de los subpedidos; pero esto se debe convenir con el cliente.

Como se dijo anteriormente, la empresa promete despachar los pedidos a los clientes 3 o 4 días después de que se programa la estampación (incluyendo este día). A partir de esta información y usando la programación real de una semana de la empresa, que se puede ver en el anexo 5 y 6, se calcularon las fechas prometidas de entrega para la bodega, de cada pedido.

Las fechas de entrega a bodega se calcularon restándole un día a las fechas prometidas a los clientes, ya que éste es el tiempo que en promedio pasa el producto terminado almacenado antes de ser despachado. Las fechas prometidas a los clientes se calcularon con base en la programación real, sumándole los 4 días que la empresa promete. Según estas fechas y el amortiguador definido, se calculó la fecha de liberación de materia prima para cumplir con éstas (se tuvo en cuenta que los domingos no se trabajaba). Lo ideal sería empezar a estampar en estas fechas para alcanzar a realizar todo el proceso y cumplirle al cliente.

Se tiene entonces la siguiente programación para una semana (del viernes 23 de marzo al viernes 30 de marzo), donde las primeras 5 columnas son información del pedido y el resto son el cálculo de las fechas aplicando la metodología. Por efecto de confidencialidad, la columna “clientes” fue tratada con códigos:

Hoy
23/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega- bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012

Tabla 2. Fechas de liberación

Lo que se busca con este amortiguador es hacer llegar los materiales para el proceso, con un cierto tiempo de anticipación (un amortiguador -5 días-), de modo que el flujo de producción sea continuo y se alcance un óptimo nivel de servicio.

- Establecer sistema de prioridades: esto se hace para alcanzar un mayor nivel de servicio y cumplir con los pedidos de los clientes, teniendo una producción organizada, ya que en la planta se encuentran solo los pedidos con mayor prioridad y no otros que desordenan y descontrolan la programación, ya que con frecuencia se meten pedidos fáciles y rápidos de realizar y aunque tengan una prioridad menor.

Se trabaja con un semáforo de tres colores (verde, amarillo y rojo) y dos por fuera de él: azul que son las órdenes con fechas de liberación posteriores a la fecha actual, y negro que son los pedidos que superaron la fecha prometida de entrega. Como el amortiguador calculado es de 5 días, al dividirlo en 3 zonas iguales, queda cada una equivalente a 1,67 días.

De esta manera, a los pedidos se le dan prioridades de acuerdo al consumo porcentual del amortiguador. Mientras mayor es el consumo, mayor la prioridad que se le debe dar porque está más cerca a la fecha prometida de entrega al cliente. Un pedido que está en azul, no puede ser liberado a la planta; es una orden “congelada” hasta que llegue a su fecha de liberación. Si un pedido entra en zona roja, es decir que se ha consumido más del 67% del amortiguador, se deben hacer las preparaciones y alistamientos necesarios para empezar a producirlo y despacharlo antes de que se venza el tiempo, ya que son pedidos en riesgo de atraso real. Si hay varios pedidos en rojo, son los que primero se deben sacar, sin importar el orden ni establecer prioridades entre ellos.

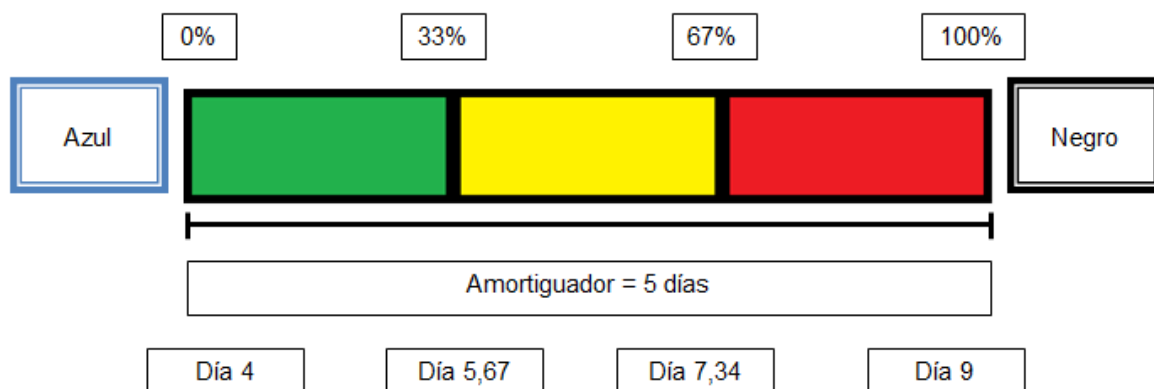


Figura 7. Consumo porcentual del amortiguador

Para calcular el consumo porcentual del amortiguador se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{\text{Fecha entrega} - \text{Fecha actual}}{\text{Amortiguador}}$$

Se explicará lo anteriormente mencionado con un ejemplo: el 7 de marzo, llegó la tela de un cliente X a la empresa que hizo un pedido de 700 metros a estampar con un diseño de 3 colores; según el lead time, se le prometió entregar el pedido 10 días después, es decir el 17 de marzo (El 16 de marzo debe ser entregado a bodega). Hoy estamos a 15 de marzo y el pedido aún no ha salido de producción debido a acumulación de pedidos que hay para procesar.

Según TOC, como el pedido se prometió para el 16 marzo, se debió haber liberado el 11 de marzo (un amortiguador antes de la fecha prometida). Para calcular el consumo porcentual del amortiguador (A), se procede así:

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{\text{Fecha entrega} - \text{Fecha actual}}{\text{Amortiguador}}$$

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{16 \text{ de marzo} - 15 \text{ de marzo}}{5}$$

$$\text{Consumo \% del A} = 1 - \frac{1}{5}$$

$$\text{Consumo \% del A} = 80\%$$

Al día de hoy, se ha consumido un 80%. Está en zona roja, es decir que es de alta importancia y se debe producir rápido para despacharlo a tiempo y no incumplir al cliente.

Continuando con la empresa, después de calculada la fecha de liberación de materia prima, se procedió a establecer el sistema de prioridades de los pedidos. En las siguientes tablas se puede ver la evolución de los estados y la prioridad que se le debe dar a las órdenes de producción día a día, suponiendo que no se ha despachado ninguno de ellos:

El martes 27 de marzo de 2012:

Hoy
27/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	83%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	67%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	50%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Pr	S-18627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	20%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	0%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-17%

Tabla 3. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 27 de marzo

El miércoles 28 de marzo de 2012:

Hoy
28/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%

Tabla 4. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 28 de marzo

El jueves 29 de marzo de 2012:

Hoy
29/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega- bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%

Tabla 5. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 29 de marzo

El viernes 30 de marzo de 2012:

Hoy
30/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	133%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%

Tabla 6. Estado de cada pedido sin despachar, según consumo de amortiguador: 30 de marzo

Como se puede ver, cada día que pasa, se consume una porción del amortiguador, pasando de una zona a otra y cada día acumula un día de atraso, ya que se supuso que ninguno de los pedidos se ha entregado.

Al simular esto en la empresa, se tuvieron en cuenta algunas suposiciones para hacerlo lo más cercano posible a la realidad:

- Siempre hay eventos que distorsionan la programación inicial, haciendo que se reprogramen algunos pedidos. Algunas de las causas para que esto pase son: averías en la máquina, que no estén los diseños grabados, que los diseños queden mal grabados, que los colores no estén listos, que los colores queden malos, que la tela tenga problemas, entre otros. A partir de una base de datos que maneja la empresa con los paros que ocurren, se sacó el tiempo promedio que las máquinas están paradas en un mes debido a diferentes causas (algunas de las mencionadas anteriormente) y se obtuvo un valor de 522 horas, esto es equivalente a 121 horas por semana. Normalmente, en una semana se trabajan 144 horas en cada máquina (24h al día, durante 6 días), es decir un total de 288 horas. El tiempo que representan los paros en una semana equivale al 42,1%, es decir que del tiempo que las máquinas están disponibles para trabajar, están paradas el 42% por una u otra razón. Tomando los datos que se usaron para la programación de la semana del 24 al 31 de marzo, se tienen 50.012 metros de tela programados para estampar; si aplicamos el 42% a este total, se tiene que en la semana hay 21.081 metros de telas parados. Si en esa semana hay 65 pedidos, el promedio de metros por pedido estampado es de 769, entonces el promedio de pedidos parados en una semana es de 27. Esto quiere decir que en promedio, en una semana hay 27 pedidos entre ambas máquinas que no se sacan de acuerdo a la programación establecida inicialmente y que deben ser reprogramados. La capacidad de estampación en rotativa representa el 80% de un día y la de plana el 20%. A los 27 pedidos parados, se les aplicó el 80% y se obtienen 22 pedidos parados en un día, estampados con cilindros. Se seleccionaron entonces, aleatoriamente, 22 pedidos a lo largo de la semana que tuvieron algún tipo de problema y no se estamparon en la fecha planeada, afectando así, en algunos casos, la fecha prometida de entrega al cliente. No todos los pedidos que tuvieron problemas incumplen, pues finalmente esto es lo que se pretende con el amortiguador: proteger de las anomalías del día a día; sin embargo, muchas de estas causas hicieron que los pedidos entraran en zona roja y más adelante serán monitoreadas para llevar un control de estas y establecer planes de acción para evitar reincidencias en un futuro.

A continuación se presenta el avance día a día de la programación, simulando las fechas de liberación, de entrega a bodega, de despacho y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores:

Al finalizar el miércoles 28 de marzo, la programación se encontraba así:

<div>Hoy</div> <div>28/03/2012</div>					<div>Lead Time (días)</div> <div>9</div>							
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC	
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012	
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012	
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012	
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012	
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012	
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012	
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%			
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012	
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012	
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	100%			
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012	
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012	
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012	
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012	
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012	
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	83%			
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	67%			
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	40%			
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	17%			
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	0%			

Tabla 7. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 28 de marzo

Hay dos pedidos en zona negra a los cuales se les debe dar toda la prioridad ya que estaban planeados para entregar ese día y no se logró. Se convierten así, en los pedidos más importante y deben tomar la atención de todos para terminarlos rápido y despacharlos.

Los pedidos que hay en azul no se deben tocar; están congelados. Si se liberan, generarán desorden y caos en la planta. No importa que sean pedidos fáciles de montar y rápidos de procesar, se deben respetar las prioridades y darle la respectiva importancia a cada pedido, a su debido tiempo. El gran valor que tiene respetar las órdenes azules radica en que si se liberan a destiempo, no sólo se genera caos y desorden sino que son órdenes que entran a consumir materia prima e insumos innecesariamente, se ocupan las máquinas en pedidos que no se necesitan en el corto plazo (desperdicio de capacidad), se consume atención del gerente de producción al tener que hacer seguimiento y estar pendiente de estos pedidos, se ocupan espacio de almacenamiento y se puede afectar el flujo de la planta.

El jueves 29 de marzo por la mañana la programación se encontraba así:

Hoy 29/03/2012		Lead Time (días) 9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega- bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%	-1	
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	117%	-1	
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		

Tabla 8. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 29 de marzo

El 23, 24, 26, 27 y 28 de marzo se habían realizado unas órdenes; sin embargo, no se cumplió completamente con la programación que se tenía planeada. El 29 por la mañana los estados de los pedidos que no se habían entregado a bodega, se encontraban como se muestra en la tabla anterior. Hay dos pedidos en negro que tienen 1 día de retraso, pues se planeaban entregar a bodega el 28 de marzo y a la fecha no se habían entregado. Los otros que están en negro son porque se debían despachar ese mismo día. Luego siguen los rojos a los que se les debía dar prioridad para alcanzarlos a entregar en la fecha prometida. Hay otros pedidos menos urgentes en zona amarilla y verde de los cuales ya se habían liberado y estaban en proceso.

Al finalizar el día 29, la programación se encontraba así:

Hoy		Lead Time (días)									
29/03/2012		9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	100%		
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	83%		
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	60%		
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	33%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	17%		

Tabla 9. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 29 de marzo

Quedaron tres pedidos en zona negra, los cuales debieron haber sido entregados a bodega ese día. Los pedidos que están en rojo, ya fueron liberados, están en la planta pero se les debe dar prioridad para terminarlos a tiempo y entregarlos a bodega.

El 30 de marzo, la programación y prioridades estaban así:

Hoy		Lead Time (días)									
30/03/2012		9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%	-1	
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%	-1	
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%	-1	
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		

Tabla 10. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 30 de marzo

Al pasar el día, todos los pedidos consumen un poco del amortiguador. Los que están atrasados suman un día de incumplimiento.

Nuevamente hay pedidos que están en zona negra porque se deben entregar ese día a bodega o ya están retrasados. Se debe hacer todo lo necesario para terminarlos rápido, luego seguir con los que están en estado rojo, luego amarillo y por último, verde.

Al finalizar el 30 de marzo, se encontraba así:

Hoy		Lead Time (días)									
30/03/2012		9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	117%	-1	
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	100%		
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	80%		
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	50%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	33%		

Tabla 11. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 30 de marzo

Al iniciar el 31 de marzo:

Hoy 31/03/2012		Lead Time (días) 9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega- bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	133%	-2	
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	117%	-1	
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	100%		
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	100%		
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	100%		
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		

Tabla 12. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: inicio 31 de marzo

Al finalizar el 31 de marzo, la programación se encontraba así:

Hoy 31/03/2012		Lead Time (días) 9									
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega- bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-2	31/03/2012
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012		-1	31/03/2012
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	67%		
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	50%		

Tabla 13. Estado de cada pedido, según consumo de amortiguador: fin 31 de marzo

Los pedidos que quedan, están en zona amarilla y tienen tiempo suficiente para cumplir, y en roja donde se deben apresurar para entregar a tiempo.

Finalmente, la programación de esa semana se comportó así:

Hoy
02/04/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado	Días de atraso	Fecha de entrega real a bodega TOC
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			27/03/2012
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012		-1	29/03/2012
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012			28/03/2012
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			28/03/2012
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012			29/03/2012
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-2	31/03/2012
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012		-1	30/03/2012
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012		-1	31/03/2012
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			29/03/2012
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012			30/03/2012
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			31/03/2012
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012			30/03/2012
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			31/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			02/04/2012
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012			02/04/2012
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			31/03/2012
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012			02/04/2012

Tabla 14. Resultado final de la semana trabajada

Hubo 6 pedidos que se atrasaron y no alcanzaron a ser despachados en la fecha prometida de entrega a la bodega. Esto representa un 90,8% de cumplimiento para esta semana.

Si se hace una comparación entre el sistema propuesto por TOC y el sistema actual de la empresa, se tiene el siguiente resultado:

SISTEMA CON TOC			SISTEMA ACTUAL			
Fecha de entrega real a bodega TOC	Días de retraso	Cumplimiento	Fecha real de estampación	Fecha real de despacho	Días de retraso	Cumplimiento
28/03/2012		90,8%	25/03/2012	02/04/2012	4	61,5%
27/03/2012			28/03/2012	02/04/2012	4	
27/03/2012			28/03/2012	03/04/2012	5	
29/03/2012	1		29/03/2012	31/03/2012	2	
27/03/2012			27/03/2012	30/03/2012	1	
27/03/2012			29/03/2012	30/03/2012	1	
29/03/2012	1		29/03/2012	30/03/2012	1	
28/03/2012			24/03/2012	31/03/2012	2	
28/03/2012			27/03/2012	02/04/2012	3	
28/03/2012			30/03/2012	03/04/2012	4	
29/03/2012			31/03/2012	04/04/2012	5	
30/03/2012	1		27/03/2012	04/03/2012		
29/03/2012			25/03/2012	10/04/2012	11	
29/03/2012			25/03/2012	31/03/2012	1	
31/03/2012	2		29/03/2012	30/03/2012		
30/03/2012	1		24/03/2012	27/03/2012		
31/03/2012	1		29/03/2012	31/03/2012		
29/03/2012			30/03/2012	03/04/2012	3	
30/03/2012			31/03/2012	04/04/2012	4	
30/03/2012			29/03/2012	02/04/2012	2	
30/03/2012			27/03/2012	02/04/2012	2	
30/03/2012			27/03/2012	10/04/2012	10	
30/03/2012			29/03/2012	04/04/2012	4	
30/03/2012			27/03/2012	02/04/2012	2	
30/03/2012			30/03/2012	11/04/2012	9	
30/03/2012			31/03/2012	03/04/2012	1	
31/03/2012			31/03/2012	03/04/2012	1	
31/03/2012			28-29/03/2012	11/04/2012	8	
02/04/2012			26-31/03/2012	11/04/2012	7	

Tabla 15. Comparativo del porcentaje de nivel de servicio con y sin TOC

La información del sistema actual se obtuvo de datos reales y de las bases de datos que maneja la empresa. De 65 pedidos que se despacharon, 25 se despacharon tarde, representando un nivel de servicio del 61,5%.

Con el sistema propuesto de TOC, teniendo todas las suposiciones lo más cercano a la realidad posible, se incumplieron 6 pedidos de 65 que fueron despachados, representando un 90,8% de nivel de servicio.

Se obtiene un incremento de 29,2 puntos, equivalente al 47,6%, en cuanto a cumplimiento, al utilizar la metodología de TOC.

Vale aclarar que todos los cálculos anteriores se hicieron sólo para diseños que se estamparon en la modalidad rotativa, es decir, usando cilindros. De igual manera se procedería con los diseños en plano.

- Manejar (explotar) el recurso con capacidad restrictiva: un recurso con capacidad restrictiva es aquel que impide a la empresa alcanzar un nivel de servicio superior al 99%, ya que es el recurso más lento.

En la Stamperia S.A los recursos que se identificaron como restricción fueron las máquinas estampadoras. Se tratarán como dos recursos diferentes según el método de estampado, ya que una máquina es mixta (estampa en rotativa y en plano) y tiene velocidades diferentes a la otra que sólo estampa en la modalidad rotativa.

El RRC #1 incluye la capacidad de las dos máquinas bajo la modalidad de estampación en rotativa, es decir, usando cilindros; el RRC #2, la de la máquina 1 cuando estampa en plano, es decir, usando chablonos.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para determinar los RRC's fueron:

- Tiempos de paro: la máquina 1 presenta 46 horas de tiempos perdidos por semana. Esto representa un 32% del tiempo total programado de trabajo (144 horas por semana). La máquina 2, pasa en promedio 75 horas parada por semana, representando el 52,1% del tiempo programado de trabajo. Debido a estos paros, la producción no es continua, se hace lenta y contribuye a que los pedidos no se entreguen a tiempo a los clientes y no sea posible alcanzar un alto nivel de servicio.
- Se preguntó al director de producción: si las ventas se duplicaran hoy, cuál sería el equipo que no podría responder por capacidad? Y la respuesta fue: "el de estampación, ya que por capacidad de máquina no podríamos hacerlo. Tenemos establecido para los meses en donde el presupuesto es inferior a 300.000 metros, trabajar con dos máquinas, 27 días al mes y 5.500 metros por máquina por día aproximadamente (11.000 metros entre las dos máquinas), por lo tanto no lograríamos duplicarla.
- % de utilización de las máquinas: según los datos de los paros, en un mes, de las máquinas estampadoras, y lo anteriormente explicado, la máquina 1 pasa el 32% del tiempo disponible para trabajar en una semana parada. Esto quiere decir que su nivel de utilización es del 68%; para la máquina 2 es del 48%. Acá hay muchas oportunidades de mejora y de explotar estos RRC's.
- WIP acumulado antes de la máquina: en la empresa se presenta producto en proceso esperando antes de los procesos de estampación, de termofijación y de revisión, pero donde realmente se acumula más es antes de las estampadoras.

La mejor manera de explotar un RRC, es asegurando que siempre esté en funcionamiento, tomando acciones sencillas como asegurarse que no paren en horas de descanso o almuerzo, descargando trabajo del RRC en otros recursos que tengan capacidad, subcontratando, disminuyendo tiempos de montaje, usando horas extra, etc.

Para alcanzar todo esto se proponen varias acciones:

- Asegurarse que los operarios tengan todos los conocimientos y habilidades necesarias para alistar y operar la máquina. Si no se tienen, capacitarlos. Con esto se asegura que los operarios sean los más hábiles y no se presenten paros por falta de habilidad o conocimiento.
- Tener siempre a un operario operando. No parar la producción en horas de almuerzo o comida, hacer reemplazos, rotar personal.
- Disminuir tiempos de alistamientos aplicando SMED. De esta manera el procedimiento para el alistamiento de la máquina no será algo circunstancial, es decir que dependa del operario o del turno, sino que se asegura que se haga siempre de la misma manera y siguiendo los mismos pasos (estandarización del proceso de alistamiento). De igual forma se asegura que todas las acciones que se puedan hacer mientras la máquina esté encendida, estén listas al momento de hacer el cambio.
- Realizar control de calidad a la tela antes de iniciar el proceso de estampación para asegurarse que están en óptimo estado y no haya que parar en media producción por algún defecto o problema de calidad.
- Sincronizar los procesos anteriores a la estampación de acuerdo a las fechas definidas en el paso 2 (fechas de liberación de materia prima) para que todos los elementos y materiales necesarios para el proceso, estén disponibles a tiempo. Como la programación de la producción está en la red, se pueden ver las fechas tentativas de estampación (que lo ideal es que sea el día de la liberación) y de acuerdo a éstas, se programan para asegurar que los cilindros o chablonos estén grabados para esa fecha y que los colores estén listos y en orden.
- Uno de los principales problemas por los que la estampadora a veces no puede arrancar o tiene que parar, es porque los colores no dan el mismo tono que dieron en las muestras. Esto se presenta porque el proceso de preparación de colores lo realiza el operario a "ojo"; no tienen una formulación definida, entonces es probable que al hacer las muestras se aplique más o menos cantidad de un pigmento o componente que a la hora de preparar el color para la estampación. Además, las condiciones en que se hacen las muestras no son las mismas que presenta la máquina: los ajustes son diferentes, la presión es diferente, el tamaño del chablón es diferente, la muestra se hace en chablón y se stampa con cilindros; en fin, hay diversas variables que hacen dar tonos diferentes. Si el color no es el mismo que el aprobado en las muestras, no se puede realizar la estampación. Para mejorar esto se proponen dos cosas: la primera es estandarizar los colores. Hacer una carta de colores donde todos estén formulados y especifiquen las cantidades necesarias de cada uno de sus

componentes. De esta manera los colores que se usen para hacer las muestras serán los mismos que los usados en la estampación. El cliente deberá escoger sus diseños con los colores que se ofrezcan en la carta. La segunda propuesta es tener una mesa de muestras. Fabricar o conseguir una pequeña máquina estampadora, donde las condiciones del muestreo sean las mismas que las de la estampadora. Así sería más fácil controlar las variables que afectan la preparación del color, se simula el mismo ambiente y el color debería ser el mismo en ambos procesos. Aún teniendo esto, es importante que se use la misma fórmula del color (los mismos ingredientes). Esta opción, de adquirir un nuevo equipo, se debe tener como último recurso ya que requiere de una inversión y por lo tanto de un análisis financiero.

- **Monitorear la carga:** el control de carga consiste en un análisis de capacidad del cuello de botella. Si el objetivo es ofrecer tiempos de entrega confiables, en un aumento de la demanda estos tiempos van a tender a elevarse y la empresa no podrá prometer fechas de entrega estándar; por esta razón el control de la carga es indispensable para el funcionamiento correcto del sistema. La incertidumbre y la rápida variación de las ventas conllevan a un desperdicio en la capacidad y ponen en riesgo los compromisos de entrega. El incremento de las ventas provoca la aparición de RRC's permanentes y aumenta la probabilidad de incumplir con las fechas prometidas si es que no se maneja un adecuado control de carga. Se debe establecer entonces un mecanismo que permita obtener al área comercial una fecha de entrega con la que se pueda comprometer, de acuerdo a la carga real de la planta. Para establecer la fecha de entrega segura, la orden se ubica en el primer puesto disponible del RRC y se le adiciona medio amortiguador. La fecha de entrega estándar es el tiempo al que el mercado está acostumbrado a recibir. Se escoge la fecha más larga entre la fecha de entrega estándar y la fecha de entrega segura. Si la fecha de entrega estándar es mayor a la segura, se le debe prometer al cliente la estándar para no malacostumbrarlo y no desperdiciar la estrategia de poder cobrar más adelante, precios más altos por entregas más rápidas.

Como se dijo anteriormente, se tienen dos RRC's: la máquina con carga de estampaciones en rotativa y la de estampaciones en plano. En este caso, se hará la simulación con el RRC #1, es decir con estampación en rotativa. Para hallar la carga, es necesario establecer la capacidad diaria de ambas máquinas en esta modalidad. En la empresa no se manejan datos por tipo de estampación sino por máquina, entonces se procedió de esta manera para determinar el promedio de metros por día estampados en rotativa: primero se tomaron datos históricos de la cantidad de metros estampados por día en cada una de las máquinas y se obtuvo el siguiente resultado:

Máquina	Promedio m/día
1	5869,80
2	5942,87

Se tiene como información proporcionada por la empresa las velocidades promedio de ambas modalidades de estampación y se sacó la relación entre ellas así:

		Relación
Vel promedio plano	4 m/min	2:3
vel promedio rotativa	6 m/min	1:1

Se hizo un sistema lineal de dos ecuaciones para hallar la capacidad de metros en cada modalidad. A la cantidad de metros en plano se le llamó X y a la de rotativa, Y. La primera ecuación es: la suma de ambas cantidades es igual al promedio de metros por día hallado anteriormente en la máquina 1; la segunda ecuación se obtuvo de acuerdo a la relación entre ambas velocidades: la plana es igual a 2/3 de la rotativa. De esta manera, se obtuvo el promedio de metros estampados por día en cada una de las modalidades para esta máquina:

Capacidad diaria	5869,80
Capacidad plana	X
Capacidad rotativa	Y

$$X + Y = 5870$$

$$X = 2Y/3$$

X	2348 m/día
Y	3522 m/día

Finalmente, para determinar la capacidad diaria del RRC 1, se sumaron las capacidades de cada máquina en rotativa (5.943m + 3.522m) y para el RRC 2, la capacidad de la máquina 1 en plano:

CARGA PROMEDIO ROTATIVA (m/día)	9464,87	RRC 1	80%
CARGA PROMEDIO PLANA (m/día)	2348,00	RRC 2	20%

Se tiene entonces una capacidad total de 9.465 metros de tela estampados en un día en las máquinas en rotativa. Esta capacidad fue multiplicada por el 85%, para trabajar con ella y dejar un 15% de protección por si llega un cliente importante con un pedido urgente y se pueda atender sin necesidad de afectar todas las fechas y pedidos ya programados, o por si se presenta alguna eventualidad. Lo que implica reservar esta capacidad del 15% son fechas prometidas de entrega a los clientes más largas, ya que la capacidad es menor y la carga se distribuye en más días; pero esto permite aceptar sin problema las urgencias de un cliente estratégico sin poner en riesgo las fechas ya pactadas con otros clientes.

La capacidad con la que se trabajará es entonces de 8.045 metros por día:

CAPACIDAD DIARIA REAL
9464,87 m/día

CAPACIDAD DIARIA PROTECCIÓN
8045,14 m/día

Para calcular la velocidad estándar del RRC1, se tomó la capacidad protectora que está en metros/día y se dividió por 24 días y por 60 minutos para obtenerla en metros/minuto. Se obtuvo una velocidad de 5,59 metros/minuto:

RRC 1
T. Estándar estampadora (m/min)
5,59

Es preciso recordar que al día 22 de marzo ya se tenía toda la semana programada, es decir que ya se tenían unos pedidos pactados con los clientes:

Ventas (m)

50012

Se monitoreó la carga al inicio y al final del día incluyendo los nuevos pedidos y excluyendo los procesados, así: al iniciar un día, se graficó la carga planeada con la cantidad de metros de tela que hay vendidos según la programación; al finalizar el día, se restaron los metros ya procesados por el RRC y se sumaron los nuevos pedidos que llegaron en el día.

El 22 de marzo al iniciar el día, se tenían los siguientes datos:

Día	1	2	3	4	5	6	7
Capacidad (m) real	9465	9465	9465	9465	9465	9465	9465
Capacidad (m) protectora	8045	8045	8045	8045	8045	8045	8045
Programado (m)	8045	8045	8045	8045	8045	8045	1741

Tabla 16. Carga planeada del RRC 22 de marzo

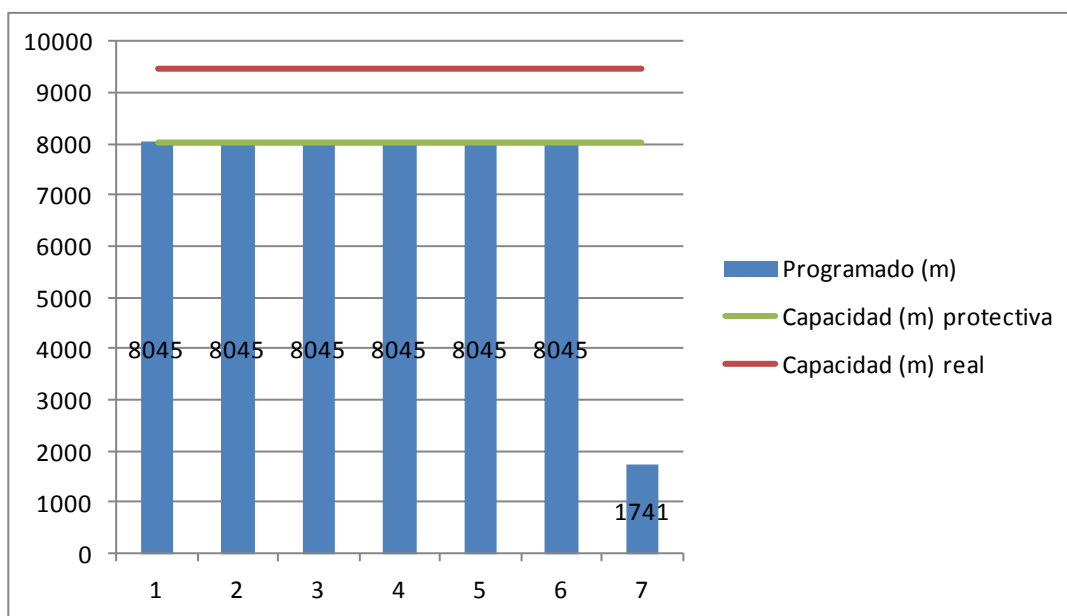


Figura 8. Gráfica de la carga planeada del RRC 22 de marzo

Según este gráfico, se tienen 6 días de trabajo completos y un pedazo del séptimo. Si llega un nuevo pedido, se debe ubicar en el día 7, pero la fecha que se le promete al cliente es este tiempo más medio amortiguador, es decir, 3 días más (2,5 días redondeados al entero mayor).

Se hizo la suposición que llegaron varios pedidos este día con un total de 10.248 metros. La gráfica de carga planeada queda así:

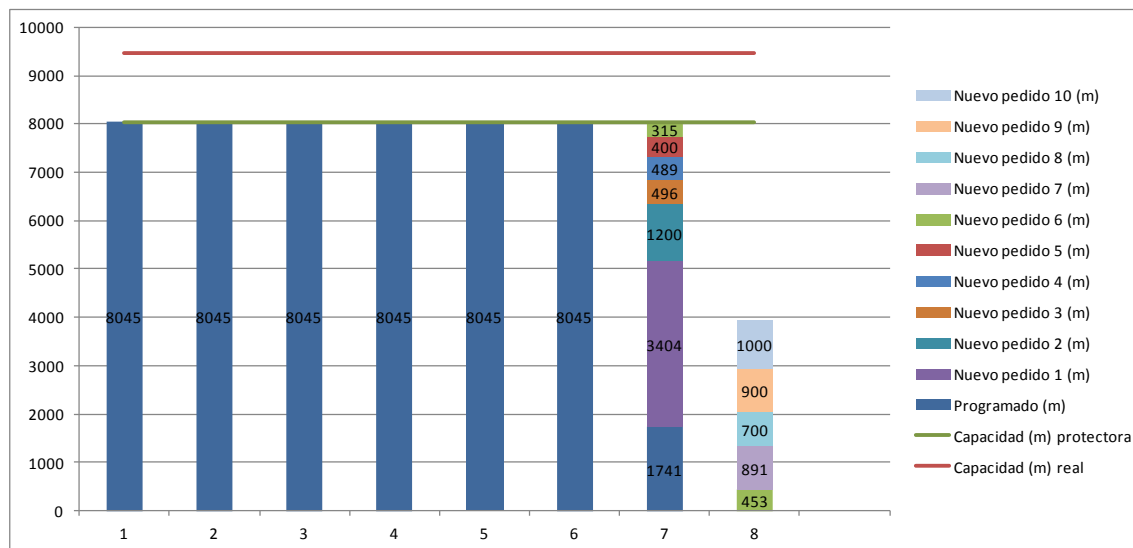


Figura 9. Gráfica de la carga planeada del RRC con nuevos pedidos 22 de marzo

Para garantizar una fecha de entrega segura al cliente, se compara la fecha estándar, que es la que normalmente se demoraría según el lead time, y la fecha calculada con el amortiguador. Para obtener esta última, se suma el tiempo que tiene el RRC de carga, el tiempo del nuevo pedido y medio amortiguador (3 días). Esto nos da el tiempo seguro, que al sumarlo al día de hoy nos da la fecha segura. La fecha estándar, es sumarle al día de hoy el tiempo de entrega estándar. Siempre se debe prometer la mayor de estas fechas. Para el **primer pedido** se tienen los siguientes cálculos:

RRC 1	Rotativa			
T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	8.952	3.404	609,3	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 03/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 03/04/2012

A la fecha de hoy, que es 22 de marzo, se le suman 10 días teniendo en cuenta dos domingos que no se trabajan. Para este caso, el tiempo seguro es mayor al estándar, por esto, la fecha prometida es el 3 de abril.

Para el **segundo pedido** se tienen los siguientes cálculos:

RRC 1	Rotativa			
T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	9.561	1.200	214,8	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 03/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 03/04/2012

A la carga del RRC se le debe incluir el pedido anterior y se procede de la misma manera; el tiempo seguro fue de 10 días y el estándar es de 9 (el lead time anteriormente calculado). A la fecha de hoy, que es 22 de marzo, se le suman 10 y 9 días, teniendo en cuenta dos domingos, para hallar las fechas segura y estándar respectivamente. La fecha prometida es entonces el 3 de abril (La mayor de las 2).

De igual manera se hace con cada uno de los nuevos pedidos que van llegando:

Tercer pedido:

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	9.776	496	88,8	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 03/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 03/04/2012

Cuarto pedido:

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	9.865	489	87,5	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 03/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 03/04/2012

Quinto pedido:

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	9.952	400	71,6	4320

Tiempo seguro 10 días
Fecha segura 03/04/2012
Tiempo estándar 9 días
Fecha estándar 02/04/2012
Fecha prometida 03/04/2012

Sexto pedido:

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	10.024	768	137,5	4320

Tiempo seguro 11 días
Fecha segura 04/04/2012
Tiempo estándar 9 días
Fecha estándar 02/04/2012
Fecha prometida 04/04/2012

Séptimo pedido:

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	10.161	891	159,5	4320

Tiempo seguro 11 días
Fecha segura 04/04/2012
Tiempo estándar 9 días
Fecha estándar 02/04/2012
Fecha prometida 04/04/2012

Octavo pedido:

RRC 1

Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	10.321	700	125,3	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 04/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 04/04/2012

Noveno pedido:

RRC 1

Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	10.446	900	161,1	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 04/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 02/04/2012

Fecha prometida 04/04/2012

Décimo pedido:

RRC 1

Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	10.607	1.000	179,0	4320

Tiempo seguro	11 días
Fecha segura	04/04/2012
Tiempo estándar	9 días
Fecha estándar	02/04/2012
Fecha prometida	04/04/2012

Durante el 22 de marzo, se estamparon 7.385 metros de tela. Estos datos se llevan en una planilla de control.

22/03/2012		
Ventas	Nuevos Pedidos	Pedidos Procesados
50012	10248	7385

Según esto, el 23 de marzo se tienen programados 52.875 metros de tela y la gráfica de la carga planeada es la siguiente:

Día	1	2	3	4	5	6	7
Capacidad (m) real	9465	9465	9465	9465	9465	9465	9465
Capacidad (m) protectiva	8045	8045	8045	8045	8045	8045	8045
Programado (m)	8045	8045	8045	8045	8045	8045	4604

Tabla 17. Carga planeada del RRC 23 de marzo

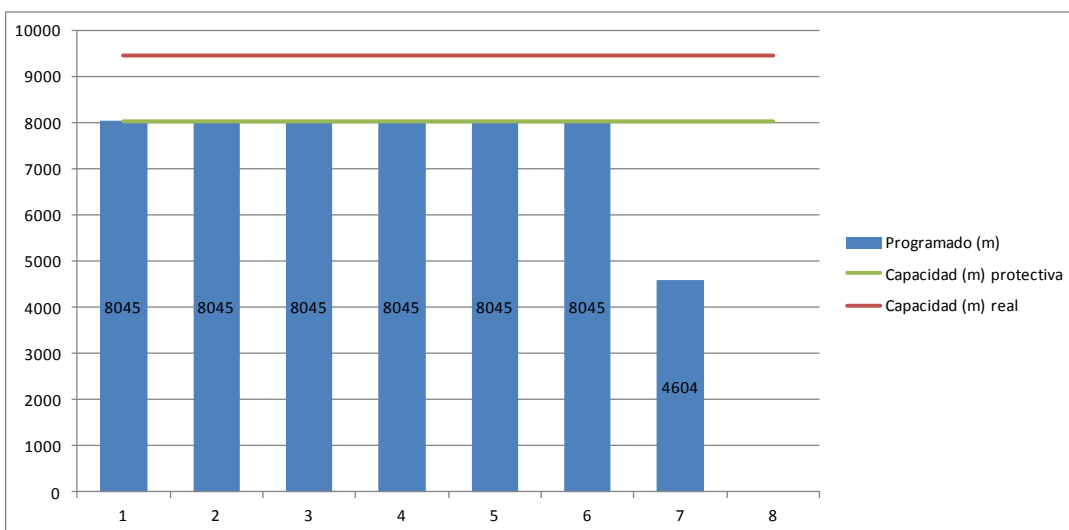


Figura 10. Gráfica de la carga planeada del RRC 23 de marzo

Hay programación para 6 días completos. Los nuevos pedidos que vayan llegando se deben ubicar en el primer espacio disponible (día 7) y sumarle 3 días que es lo equivalente a medio amortiguador.

Con los pedidos que llegaron ese día, la carga queda así:

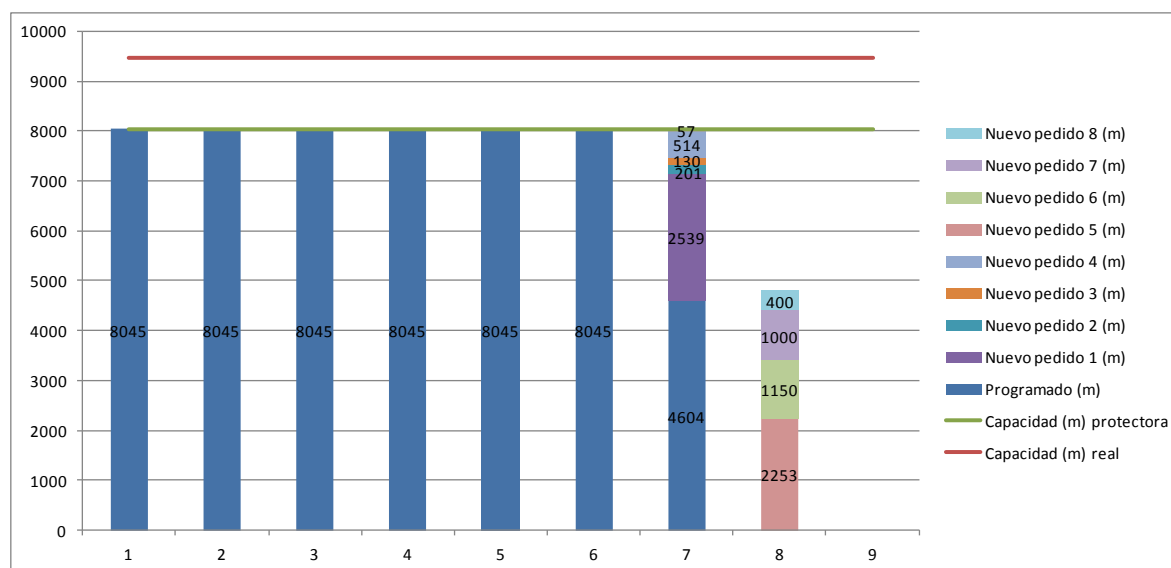


Figura 11. Gráfica de la carga planeada del RRC con nuevos pedidos 23 de marzo

Y las fechas prometidas para cada uno de las telas de pedidos que llegaron el 23 de marzo, son las siguientes:

RRC 1		Rotativa		
T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	9.464	2.539	454,5	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 05/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 05/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	9.919	201	36,0	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 05/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 05/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	9.955	130	23,3	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 05/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 05/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	9.978	514	92,0	4320

Tiempo seguro 10 días

Fecha segura 05/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 05/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	10.070	2.310	413,5	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 06/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 06/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	10.483	1.150	205,8	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 06/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 06/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (min)
5,59	10.689	1.000	179,0	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 06/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 06/04/2012

RRC 1 Rotativa

T. Estándar estampadora (m/min)	Carga RRC (min)	Nuevo pedido (m)	Tiempo nuevo pedido (min)	Medio Amortiguador (días)
5,59	10.868	400	71,6	4320

Tiempo seguro 11 días

Fecha segura 06/04/2012

Tiempo estándar 9 días

Fecha estándar 04/04/2012

Fecha prometida 06/04/2012

Durante el 23 de marzo, llegó un total de 8.244 metros como nuevos pedidos y se procesaron 5.693 metros:

23/03/2012		
Ventas	Nuevos Pedidos	Pedidos Procesados
52875	8244	5693

Para el 24 de marzo, se tiene la siguiente gráfica de carga planeada:

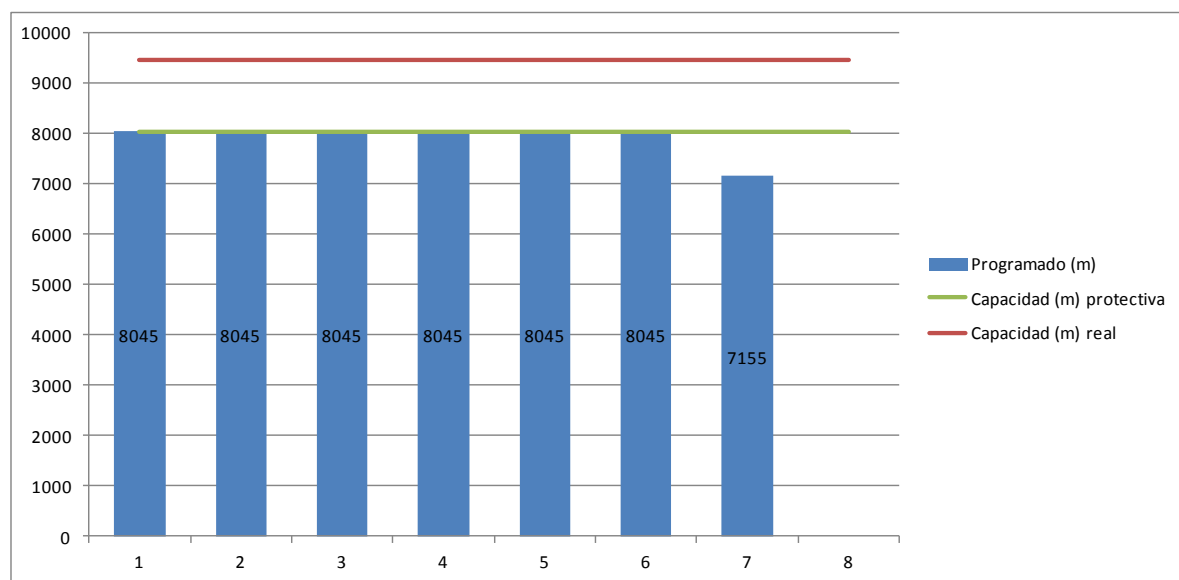


Figura 12. Gráfica de la carga planeada del RRC 24 de marzo

De igual manera, se debe proceder todos los días, agregando los pedidos que van llegando y sacando los que ya fueron procesados para poder definir una fecha segura para prometer al cliente.

Este es un mecanismo que asegura al área comercial, la capacidad de ofrecer fechas de entrega a los clientes basadas en la carga real de la planta; es por esto que este sistema debe ser respetado y no violado, pues es lo que garantiza un muy alto nivel de servicio.

Como se pudo evidenciar en las tablas y gráficas anteriores, la carga planeada puede ser vista como una alerta sobre la necesidad de elevar la capacidad. Si la fecha segura es mayor a la estándar, eventualmente se perderán clientes por lo que se deberá reducir carga planeada para poder prometer fechas más cortas. Es preciso aclarar que sin importar qué tan cargada esté la planta, el amortiguador y el inventario en proceso siempre serán el mismo.

En los casos presentados, la fecha segura siempre fue mayor a la estándar y por eso se escogía ésta. En el caso contrario, cuando la fecha segura es menor a la estándar, se debe prometer la fecha estándar pero al amortiguador se le debe sumar la diferencia entre la fecha estándar y la segura para liberar capacidad y no desperdiciarla en el RRC. Lo que hace la carga planeada es “suavizar” la carga del RRC. Antes de la carga planeada, la liberación de órdenes se hace al ritmo del mercado, es decir de las ventas y esto es riesgoso cuando aumentan mucho o llegan muchos pedidos en un día. Con la carga planeada, se regula la liberación con base en la capacidad del RRC. Es por esto que el área comercial debe alinearse a esta medida, como se explicó anteriormente.

Todos los pedidos que llegan se deben incluir en la base de datos donde se calculan las fechas de liberación para poderlos controlar. Se incluyen con las fechas prometidas al cliente, calculadas anteriormente.

Los pedidos que llegaron el 22 de marzo se incluyen y se muestran a continuación:

Hoy
22/03/2012

Lead Time (días)
9

Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	0%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	-17%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-33%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-80%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-83%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-100%
CG	S-15120	1	8	3404	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-140%
A	S-19695	2	4	1200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-140%
LD	S-19605	1	1	496	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-140%
V	S-19769	1	1	489	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-140%
JR	S-19165	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-140%
Mq	S-17000	2	2	768	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-160%
V	S-19766	5	1	891	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-160%
Dg	S-5423	3	1	700	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-160%
PM	S-19533	3	3	900	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-160%
RTC	S-19847	2	4	1000	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-160%

Tabla 18. Nuevos pedidos 22 marzo

Los pedidos que llegan el 23 de marzo se muestran a continuación:

Hoy		Lead Time (días)							
23/03/2012		9							
Cliente	Diseño	# de colores	# de pintas	Total metros a estampar	Fecha prometida de entrega-cliente	Fecha prometida de entrega-bodega	Amortiguador (días)	Liberación MP	Estado
A	S-20038	5	3	900	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
A	S-14225	5	3	990	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
D	S-20064	4	2	650	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
LD	S-19172	4	1	128	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
V	S-19147	1	1	721	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
T	S-19964	1	1	1476	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
LD	S-19389	5	1	201	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
N	S-20122	1	1	934	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
V	S-18871	1	1	106	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
LD	S-15737	1	1	259	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
Dg	S-0566	2	1	1300	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
Pd	S-13736	1	1	1080	29/03/2012	28/03/2012	5	22/03/2012	17%
Pr	S-19751	2	1	880	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
P	S-12031	2	1	450	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
TS	S-20008	5	1	400	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
PT	S-19621	5	3	600	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
Pr	S-20037	6	3	659	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
Di	S-19678	5	1	250	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
LD	S-19389	5	1	293	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
A	S-17713	2	4	1200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
Dg	S-16608	1	1	540	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
V	S-17728	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
B	S-19074	1	1	1064	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
Dg	S-5897	3	1	670	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
V	S-18947	1	1	141	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
LD	S-19333	1	1	200	30/03/2012	29/03/2012	5	23/03/2012	0%
J	S-7763	6	3	1000	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
A	S-19356+guess	1	1	2230	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
V	S-18870	4	1	83	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Di	S-19678	7	1	140	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Ln	S-17118	4	1	709	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
V	S-18867	3	1	80	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
JL	S-19937	5	3	756	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Dg	S-8599	1	1	540	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
B	S-19070	1	1	309	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
M	S-19689	2	1	812	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Dg	S-3226	3	1	690	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Dg	S-10769	1	1	510	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
Dg	S-4658	1	1	680	31/03/2012	30/03/2012	5	24/03/2012	-17%
A	S-8109	3	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Cf	S-20126	4	3	900	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
A	S-17836	6	3	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Pr	S-16627	4	3	645	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
M	S-19009	1	2	711	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Di	S-20078	2	1	125	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Ln	S-17118	4	1	990	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Mk	S-17857	3	1	300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
At	S-1418	1	1	742	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Dg	S-17914	3	1	1300	02/04/2012	31/03/2012	5	26/03/2012	-60%
Mm	S-20117	3	4	920	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
Cf	S-15955	5	3	2889	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
A	S-14135	6	3	990	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
LD	S-17819	2	1	122	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
Di	S-19677	6	1	190	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
CG	S-12356	1	8	3840	03/04/2012	02/04/2012	5	27/03/2012	-67%
A	S-19993+guess	2	4	1500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
Di	S-19677	6	1	190	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
M	S-19009	1	2	1230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
JR	S-15515	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
LD	S-19828	4	1	230	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
M	S-16734	4	1	602	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
D	S-20057 (8592)	4	2	600	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
V	S-GUESS	1	1	144	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
CG	S-11745	2	8	3500	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
LD	S-18848	1	1	200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-83%
CG	S-15120	1	8	3404	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-120%
A	S-19695	2	4	1200	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-120%
LD	S-19605	1	1	496	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-120%
V	S-19769	1	1	489	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-120%
JR	S-19165	6	1	400	04/04/2012	03/04/2012	5	28/03/2012	-120%
Mq	S-17000	2	2	768	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-140%
V	S-19766	5	1	891	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-140%
Dg	S-5423	3	1	700	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-140%
PM	S-19533	3	3	900	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-140%
RTC	S-19847	2	4	1000	05/04/2012	04/04/2012	5	29/03/2012	-140%
V	S-19637	1	1	2539	06/04/2012	05/04/2012	5	30/03/2012	-160%
LD	S-19332	2	1	201	06/04/2012	05/04/2012	5	30/03/2012	-160%
LD	S-18977	1	1	130	06/04/2012	05/04/2012	5	30/03/2012	-160%
At	S-13210	1	1	514	06/04/2012	05/04/2012	5	30/03/2012	-160%
EF	S-17668	1	7	2310	06/04/2012	05/04/2012	5	30/03/2012	-160%
Di	S-19678	7	1	1150	07/04/2012	06/04/2012	5	31/03/2012	-180%
RTC	S-19830	4	1	1000	07/04/2012	06/04/2012	5	31/03/2012	-180%
JR	S-16696	5	1	400	07/04/2012	06/04/2012	5	31/03/2012	-180%

Tabla 19. Nuevos pedidos 23 de marzo

- Mejorar el flujo (POOGI – Process of on going improvement): en el día a día se presentan eventos o situaciones que no se tienen planeadas o programadas y que distorsionan la planeación inicial, haciendo retrasar o incumplir el objetivo de la empresa. Es muy importante llevar un control de estas causas y definir un plan de acción para atacarlas, mejorar y evitar que se repitan en un futuro. En el caso de aplicación de S-DBR, se deben monitorear los pedidos que entran en zona roja y negra ya que estos son los que potencialmente ponen en peligro el cumplimiento a los clientes.

Para llevar el control de esto, se analizarán las causas por medio de un pareto donde se podrá evidenciar la reincidencia que tengan, semana a semana y se podrán definir acciones correctivas. Se usa un diagrama de pareto ya que este permite clasificar las causas en “pocas vitales” y “muchas triviales”, permitiendo concentrarse en unas pocas que generen mayor impacto en vez de tratar causas que no generan mucho valor o de salpicarlas todas y no terminar con nada.

Para llevar este control en la empresa, cada que una orden entra en rojo o en negro, se deberá preguntar: ¿qué está esperando esta orden?, las respuestas deben ser tabuladas y luego graficadas en un pareto. Se usará como ayuda el listado de paros que se maneja actualmente en la empresa.

Se creó una base de datos donde se incluye cada pedido y se anotan los tiempos que fueron perdidos por cualquiera de las causas allí establecidas. Si aparece una causa nueva, se debe incluir al final. En esta base de datos se especifica la fecha de la demora y el RRC; de esta manera se puede llevar el control de las causas semana a semana y por cada uno de los RRCs.

En este trabajo se han incluido pedidos del 22 al 31 de marzo; esto incluye dos semanas, la semana 12 y la semana 13 del año. De todos los pedidos, se seleccionaron los que estuvieron en algún momento en zona roja o negra y se registraron las causas asociadas y los tiempos perdidos.

A continuación se presentan los paretos de cada semana y el acumulado:

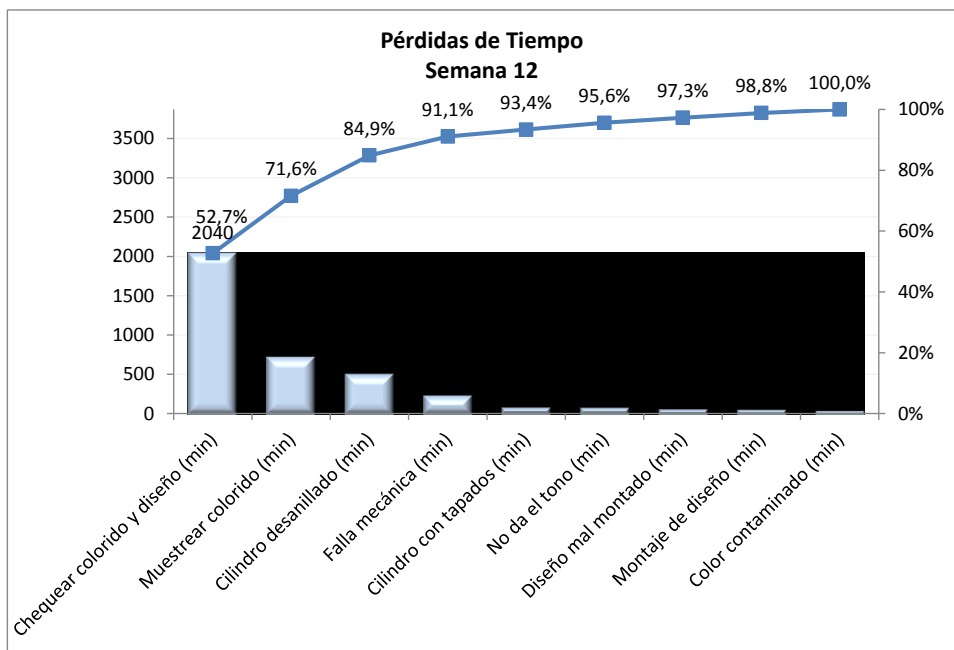


Figura 13. Pareto semana 12

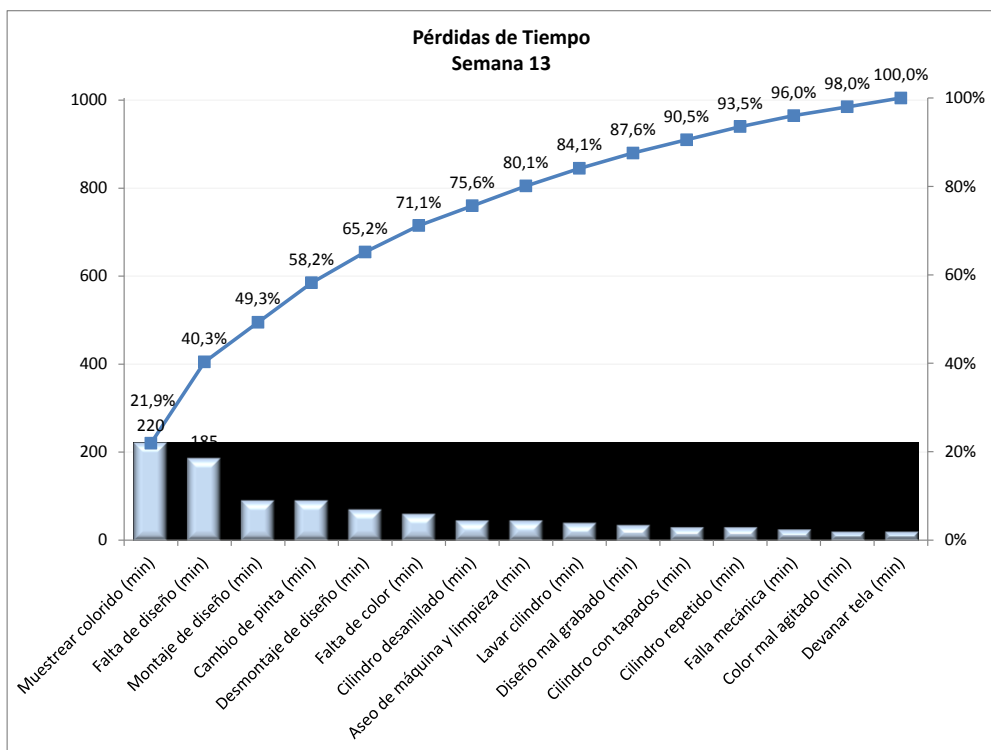


Figura 14. Pareto semana 13

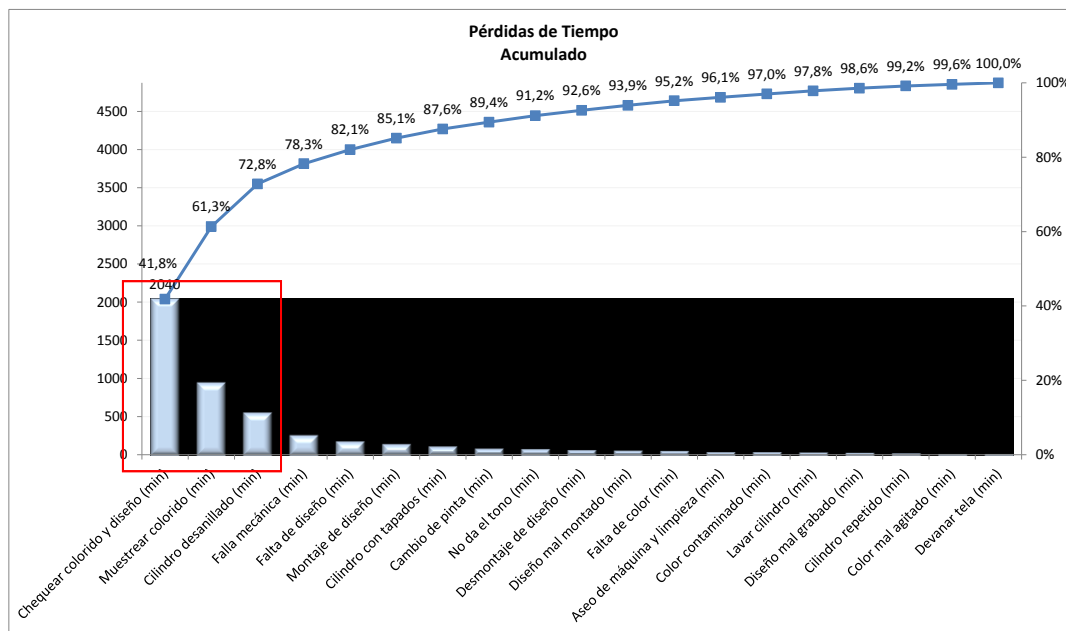


Figura 15. Pareto acumulado

Semana a semana se deben chequear los paretos e igualmente el acumulado. De esta forma se pueden identificar las causas críticas que corresponden a los pedidos que entran en zona roja o negra y se pueden crear planes de acción para atacarlas y evitar pérdidas de tiempo y cumplir con los objetivos y fechas prometidas.

En este caso, se recomienda atacar las tres mayores pérdidas, siendo estas: chequear colorido y diseño, muestrear colorido y cilindro desanillado. Así, se está atacando el 72,8% de los problemas. Estas tres pérdidas corresponden a las “pocas vitales”, mientras que el resto son “muchas triviales”.

- Ajustar amortiguadores: el tiempo de entrega no es siempre fijo; se pueden presentar eventos que hagan que este se alargue. Por esto, es necesario estar revisando el estado de los amortiguadores constantemente para definir si éste está muy largo o muy corto y si es necesario ajustarlo. Si la cantidad de pedidos están continuamente en zona roja por encima del 15%, se debe aumentar el amortiguador en un 20%; por el contrario, si la cantidad de pedidos están constantemente en zona roja por debajo del 5%, se debe reducir el amortiguador en un 20%. Para llevar este registro, se construyó un gráfico de control donde se debe medir cada día el porcentaje de pedidos que están en rojo del total de pedidos en planta.

A continuación se presentan dos ejemplos cualquiera; en el primer caso, al finalizar el mes, el porcentaje de pedidos rojos estuvo constantemente por debajo del 5%, teniendo que disminuir el amortiguador. En el segundo, se presentan varios días por encima del 15%, teniendo que aumentar el amortiguador.

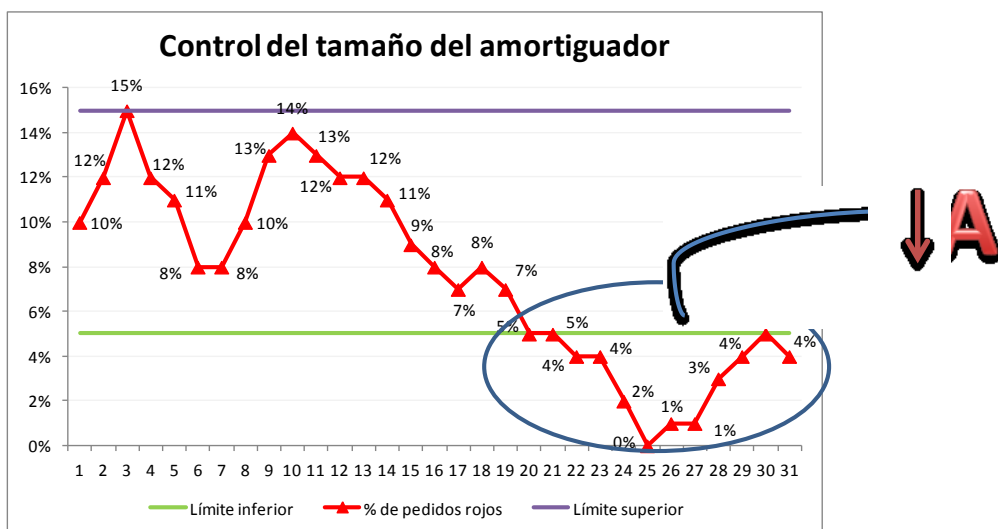


Figura 16. Ajuste del tamaño del amortiguador: reducirlo

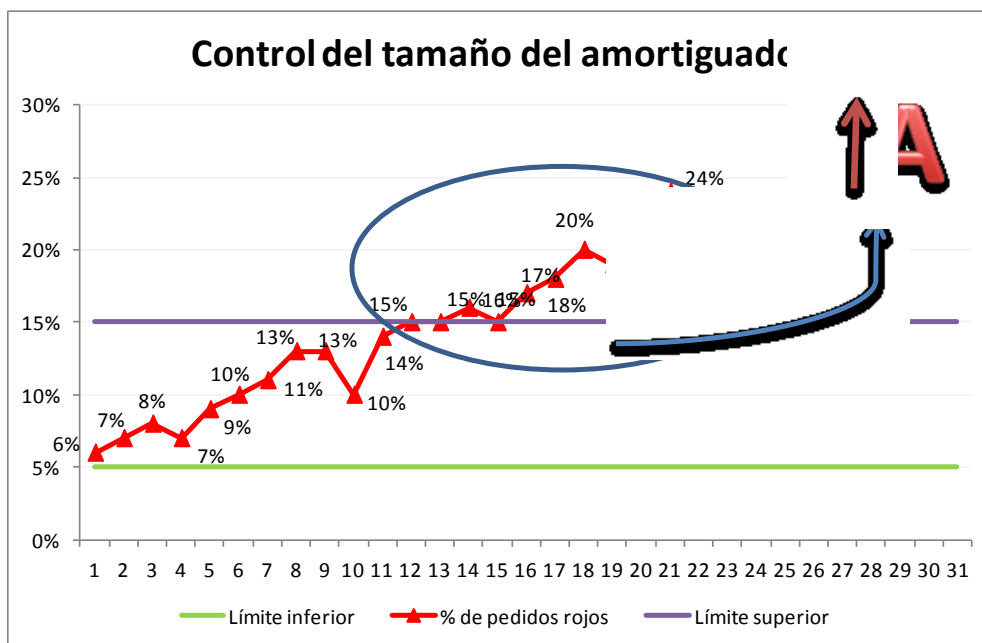


Figura 17. Ajuste del tamaño del amortiguador: incrementarlo

Para el caso de La Stampería, se tomó, cada día, la cantidad de pedidos que no habían sido entregados a bodega y el total de pedidos rojos y/o negros. Se sacó el porcentaje de los pedidos en zona roja o negra respecto al total de pedidos y se obtuvieron los siguientes datos:

Día	% Pedidos rojos o negros
28	50%
29	33%
30	24%
31	22%

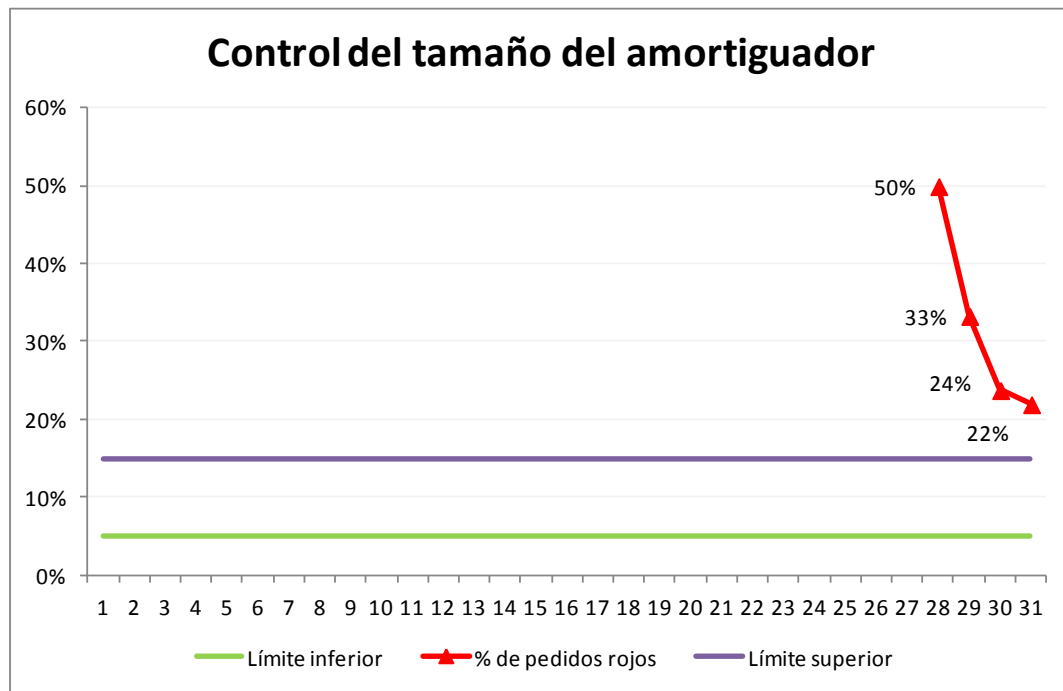


Figura 18. Control del tamaño del amortiguador en La Stampería S.A

En este caso, se debería aumentar el amortiguador, pues todos los días, el porcentaje estuvo por encima del 15%; pero como son los primeros días de la implementación, es preciso esperar un tiempo para que la planta se adapte a la metodología y muestre indicadores más estables. En la gráfica se observa que el indicador tiende a descender. Además, se tienen muy pocas mediciones.

Siempre que se haga un cambio en el tamaño del amortiguador, ya sea aumentándolo o disminuyéndolo, es necesario dar un tiempo de adaptación antes de decidir modificarlo de nuevo, para que muestre un comportamiento que se ajuste a la realidad.

- Establecer sistema de indicadores: por último y no menos importante, en la implementación de TOC, se lleva el indicador TVD (throughput value day). Este castiga las órdenes atrasadas y se debe llevar un control de su tendencia.

$$TVD = \sum(trúput_i \times \# \text{ de días de atraso})$$

Donde la i representa cada pedido.

Trúput = precio de venta – costos totalmente variables.

Si hay pedidos que no están atrasados, el TVD es \$0 día. El ideal es llegar a este valor, aunque lo que busca el TVD es revisar las tendencias y la confiabilidad de la empresa.

Este indicador se utiliza ya que el porcentaje de nivel de servicio no tiene en cuenta el valor de los pedidos ni el tiempo de atraso. Es un indicador ácido que multiplica el dinero por el tiempo de retraso y permite medir la confiabilidad de la planta. Implica dos variables de modo que si un pedido pequeño se atrasa muchos días, golpea el indicador; y si un pedido grande se atrasa un día, también lo hace.

Para la semana de producción trabajada, se midió día a día este indicador y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Día	28	29	30	31
TVD	\$ 0	(\$ 653.660)	(\$ 738.901)	(\$ 541.722)

Tabla 20. TVD diario de La Stampería S.A

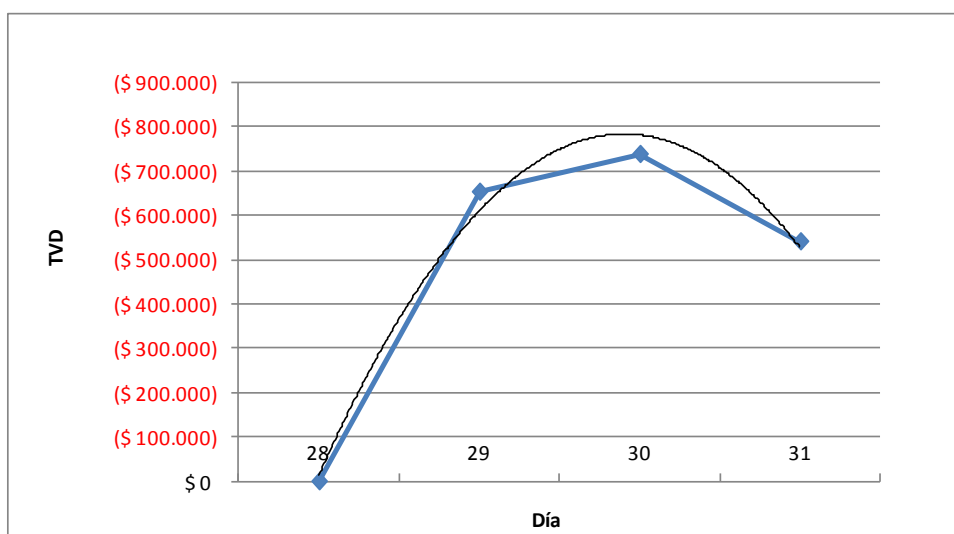


Figura 19. Gráfico del TVD diario de La Stampería S.A

Los precios unitarios de venta (\$/m) con los que se trabajaron para obtener el tróput varían entre \$1.600 y \$3.000, dependiendo de la cantidad de metros a estampar. Estos precios fueron tomados de la lista de precios 2012 que maneja la empresa. El costo totalmente variable se obtuvo al multiplicar el metraje a estampar por un costo promedio por metro que proporcionó la empresa como información, el cual es de \$1.579 por metro.

Ciente	Diseño	Total metros a estampar	Precio unitario (\$/m)	Costo (\$)	Trúput (\$)	Días de atraso con TOC	TVD con TOC
A	S-20038	900	\$ 1.800	\$ 1.421.100	\$ 198.900		\$ 0
A	S-14225	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790		\$ 0
D	S-20064	650	\$ 1.800	\$ 1.026.350	\$ 143.650		\$ 0
LD	S-19172	128	\$ 3.000	\$ 202.112	\$ 181.888		\$ 0
V	S-19147	721	\$ 1.800	\$ 1.138.459	\$ 159.341		\$ 0
T	S-19964	1476	\$ 1.600	\$ 2.330.604	\$ 30.996		\$ 0
LD	S-19389	201	\$ 3.000	\$ 317.379	\$ 285.621	-1	(\$ 285.621)
N	S-20122	934	\$ 1.600	\$ 1.474.786	\$ 19.614		\$ 0
V	S-18871	106	\$ 3.000	\$ 167.374	\$ 150.626		\$ 0
LD	S-15737	259	\$ 3.000	\$ 408.961	\$ 368.039	-1	(\$ 368.039)
Dg	S-0566	1300	\$ 1.600	\$ 2.052.700	\$ 27.300		\$ 0
Pd	S-13736	1080	\$ 1.600	\$ 1.705.320	\$ 22.680		\$ 0
Pr	S-19751	880	\$ 1.800	\$ 1.389.520	\$ 194.480		\$ 0
P	S-12031	450	\$ 2.050	\$ 710.550	\$ 211.950		\$ 0
TS	S-20008	400	\$ 2.050	\$ 631.600	\$ 188.400		\$ 0
PT	S-19621	600	\$ 2.050	\$ 947.400	\$ 282.600		\$ 0
Pr	S-20037	659	\$ 2.010	\$ 1.040.561	\$ 284.029		\$ 0
Di	S-19678	250	\$ 3.000	\$ 394.750	\$ 355.250		\$ 0
LD	S-19389	293	\$ 3.000	\$ 462.647	\$ 416.353		\$ 0
A	S-17713	1200	\$ 1.600	\$ 1.894.800	\$ 25.200		\$ 0
Dg	S-16608	540	\$ 2.050	\$ 852.660	\$ 254.340	-1	(\$ 254.340)
V	S-17728	141	\$ 3.000	\$ 222.639	\$ 200.361		\$ 0
B	S-19074	1064	\$ 1.600	\$ 1.680.056	\$ 22.344		\$ 0
Dg	S-5897	670	\$ 3.000	\$ 1.057.930	\$ 952.070		\$ 0
V	S-18947	141	\$ 3.000	\$ 222.639	\$ 200.361	-2	(\$ 400.722)
LD	S-19333	200	\$ 3.000	\$ 315.800	\$ 284.200	-1	(\$ 284.200)
J	S-7763	1000	\$ 1.720	\$ 1.579.000	\$ 141.000	-1	(\$ 141.000)
A	S-19356+guess	2230	\$ 1.600	\$ 3.521.170	\$ 46.830		\$ 0
V	S-18870	83	\$ 3.000	\$ 131.057	\$ 117.943		\$ 0
Di	S-19678	140	\$ 3.240	\$ 221.060	\$ 232.540		\$ 0
Ln	S-17118	709	\$ 2.050	\$ 1.119.511	\$ 333.939		\$ 0
V	S-18867	80	\$ 3.000	\$ 126.320	\$ 113.680		\$ 0
JL	S-19937	756	\$ 1.800	\$ 1.193.724	\$ 167.076		\$ 0
Dg	S-8599	540	\$ 2.050	\$ 852.660	\$ 254.340		\$ 0
B	S-19070	309	\$ 2.050	\$ 487.911	\$ 145.539		\$ 0
M	S-19689	812	\$ 1.800	\$ 1.282.148	\$ 179.452		\$ 0
Dg	S-3226	690	\$ 1.800	\$ 1.089.510	\$ 152.490		\$ 0
Dg	S-10789	510	\$ 2.050	\$ 805.290	\$ 240.210		\$ 0
Dg	S-4658	680	\$ 1.800	\$ 1.073.720	\$ 150.280		\$ 0
A	S-8109	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790		\$ 0
Cf	S-20126	900	\$ 1.800	\$ 1.421.100	\$ 198.900		\$ 0
A	S-17836	990	\$ 1.720	\$ 1.563.210	\$ 139.590		\$ 0
Pr	S-16627	645	\$ 1.800	\$ 1.018.455	\$ 142.545		\$ 0
M	S-19009	711	\$ 1.800	\$ 1.122.669	\$ 157.131		\$ 0
Di	S-20078	125	\$ 3.000	\$ 197.375	\$ 177.625		\$ 0
Ln	S-17118	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790		\$ 0
Mk	S-17857	300	\$ 2.050	\$ 473.700	\$ 141.300		\$ 0
At	S-1418	742	\$ 1.800	\$ 1.171.618	\$ 163.982		\$ 0
Dg	S-17914	1300	\$ 1.600	\$ 2.052.700	\$ 27.300		\$ 0
Mm	S-20117	920	\$ 1.600	\$ 1.452.680	\$ 19.320		\$ 0
Cf	S-15955	2889	\$ 1.600	\$ 4.561.731	\$ 60.669		\$ 0
A	S-14135	990	\$ 1.720	\$ 1.563.210	\$ 139.590		\$ 0
LD	S-17819	122	\$ 3.000	\$ 192.638	\$ 173.362		\$ 0
Di	S-19677	190	\$ 3.120	\$ 300.010	\$ 292.790		\$ 0
CG	S-12356	3840	\$ 1.600	\$ 6.063.360	\$ 80.640		\$ 0
A	S-19993+guess	1500	\$ 1.600	\$ 2.368.500	\$ 31.500		\$ 0
Di	S-19677	190	\$ 3.120	\$ 300.010	\$ 292.790		\$ 0
M	S-19009	1230	\$ 1.600	\$ 1.942.170	\$ 25.830		\$ 0
JR	S-15515	400	\$ 2.170	\$ 631.600	\$ 236.400		\$ 0
LD	S-19828	230	\$ 3.000	\$ 363.170	\$ 326.830		\$ 0
M	S-16734	602	\$ 1.800	\$ 950.558	\$ 133.042		\$ 0
D	S-20057 (B592)	600	\$ 2.050	\$ 947.400	\$ 282.600		\$ 0
V	S-GUESS	144	\$ 3.000	\$ 227.376	\$ 204.624		\$ 0
CG	S-11745	3500	\$ 1.600	\$ 5.526.500	\$ 73.500		\$ 0
LD	S-18848	200	\$ 3.000	\$ 315.800	\$ 284.200		\$ 0
							(\$ 1.733.922)

Tabla 21. Cálculo del TVD por pedido aplicando TOC

Se calculó este indicador sumando el TVD de cada pedido trabajado en la semana y se hizo la comparación entre el TVD calculado usando TOC y el TVD sin usar TOC y se tuvo una diferencia de \$ 14.865.411 con los siguientes resultados:

Cliente	Diseño	Total metros a estampar	Precio unitario (\$/m)	Costo (\$)	Trúput (\$)	Días de atraso con TOC	Días de atraso sin TOC	TVD con TOC	TVD sin TOC
A	S-20038	900	\$ 1.800	\$ 1.421.100	\$ 198.900		-4	\$ 0	(\$ 795.600)
A	S-14225	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790		-4	\$ 0	(\$ 83.160)
D	S-20064	650	\$ 1.800	\$ 1.026.350	\$ 143.650		-5	\$ 0	(\$ 718.250)
LD	S-19172	128	\$ 3.000	\$ 202.112	\$ 181.888			\$ 0	\$ 0
V	S-19147	721	\$ 1.800	\$ 1.138.459	\$ 159.341			\$ 0	\$ 0
T	S-19964	1476	\$ 1.600	\$ 2.330.604	\$ 30.996			\$ 0	\$ 0
LD	S-19389	201	\$ 3.000	\$ 317.379	\$ 285.621	-1	-2	(\$ 285.621)	(\$ 571.242)
N	S-20122	934	\$ 1.600	\$ 1.474.786	\$ 19.614		-1	\$ 0	(\$ 19.614)
V	S-18871	106	\$ 3.000	\$ 167.374	\$ 150.626		-1	\$ 0	(\$ 150.626)
LD	S-15737	259	\$ 3.000	\$ 408.961	\$ 368.039	-1	-1	(\$ 368.039)	(\$ 368.039)
Dg	S-0566	1300	\$ 1.600	\$ 2.052.700	\$ 27.300		-2	\$ 0	(\$ 54.600)
Pd	S-13736	1080	\$ 1.600	\$ 1.705.320	\$ 22.680			\$ 0	\$ 0
Pr	S-19751	880	\$ 1.800	\$ 1.389.520	\$ 194.480			\$ 0	\$ 0
P	S-12031	450	\$ 2.050	\$ 710.550	\$ 211.950		-3	\$ 0	(\$ 635.850)
TS	S-20008	400	\$ 2.050	\$ 631.600	\$ 188.400		-4	\$ 0	(\$ 753.600)
PT	S-19621	600	\$ 2.050	\$ 947.400	\$ 282.600			\$ 0	\$ 0
Pr	S-20037	659	\$ 2.010	\$ 1.040.561	\$ 284.029			\$ 0	\$ 0
Di	S-19678	250	\$ 3.000	\$ 394.750	\$ 355.250		-5	\$ 0	(\$ 1.776.250)
LD	S-19389	293	\$ 3.000	\$ 462.647	\$ 416.353			\$ 0	\$ 0
A	S-17713	1200	\$ 1.600	\$ 1.894.800	\$ 25.200			\$ 0	\$ 0
Dg	S-16608	540	\$ 2.050	\$ 852.660	\$ 254.340	-1		(\$ 254.340)	\$ 0
V	S-17728	141	\$ 3.000	\$ 222.639	\$ 200.361			\$ 0	\$ 0
B	S-19074	1064	\$ 1.600	\$ 1.680.056	\$ 22.344		-11	\$ 0	(\$ 245.784)
Dg	S-5897	670	\$ 3.000	\$ 1.057.930	\$ 952.070		-1	\$ 0	(\$ 952.070)
V	S-18947	141	\$ 3.000	\$ 222.639	\$ 200.361	-2		(\$ 400.722)	\$ 0
LD	S-19333	200	\$ 3.000	\$ 315.800	\$ 284.200	-1		(\$ 284.200)	\$ 0
J	S-7763	1000	\$ 1.720	\$ 1.579.000	\$ 141.000	-1		(\$ 141.000)	\$ 0
A	S-19356+guess	2230	\$ 1.600	\$ 3.521.170	\$ 46.830		-3	\$ 0	(\$ 140.490)
V	S-18870	83	\$ 3.000	\$ 131.057	\$ 117.943			\$ 0	\$ 0
Di	S-19678	140	\$ 3.240	\$ 221.060	\$ 232.540		-4	\$ 0	(\$ 930.160)
Ln	S-17118	709	\$ 2.050	\$ 1.119.511	\$ 333.939		-2	\$ 0	(\$ 667.878)
V	S-18867	80	\$ 3.000	\$ 126.320	\$ 113.680			\$ 0	\$ 0
JL	S-19937	756	\$ 1.800	\$ 1.193.724	\$ 167.076			\$ 0	\$ 0
Dg	S-8599	540	\$ 2.050	\$ 852.660	\$ 254.340		-2	\$ 0	(\$ 508.680)
B	S-19070	309	\$ 2.050	\$ 487.911	\$ 145.539		-10	\$ 0	(\$ 1.455.390)
M	S-19689	812	\$ 1.800	\$ 1.282.148	\$ 179.452		-4	\$ 0	(\$ 717.808)
Dg	S-3226	690	\$ 1.800	\$ 1.089.510	\$ 152.490			\$ 0	\$ 0
Dg	S-10769	510	\$ 2.050	\$ 805.290	\$ 240.210		-2	\$ 0	(\$ 480.420)
Dg	S-4658	680	\$ 1.800	\$ 1.073.720	\$ 150.280			\$ 0	\$ 0
A	S-8109	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790			\$ 0	\$ 0
Cf	S-20126	900	\$ 1.800	\$ 1.421.100	\$ 198.900		-9	\$ 0	(\$ 1.790.100)
A	S-17836	990	\$ 1.720	\$ 1.563.210	\$ 139.590			\$ 0	\$ 0
Pr	S-16627	645	\$ 1.800	\$ 1.018.455	\$ 142.545		-1	\$ 0	(\$ 142.545)
M	S-19009	711	\$ 1.800	\$ 1.122.669	\$ 157.131			\$ 0	\$ 0
Di	S-20078	125	\$ 3.000	\$ 197.375	\$ 177.625		-1	\$ 0	(\$ 177.625)
Ln	S-17118	990	\$ 1.600	\$ 1.563.210	\$ 20.790			\$ 0	\$ 0
Mk	S-17857	300	\$ 2.050	\$ 473.700	\$ 141.300			\$ 0	\$ 0
At	S-1418	742	\$ 1.800	\$ 1.171.618	\$ 163.982			\$ 0	\$ 0
Dg	S-17914	1300	\$ 1.600	\$ 2.052.700	\$ 27.300			\$ 0	\$ 0
Mm	S-20117	920	\$ 1.600	\$ 1.452.680	\$ 19.320			\$ 0	\$ 0
Cf	S-15955	2889	\$ 1.600	\$ 4.561.731	\$ 60.669		-8	\$ 0	(\$ 485.352)
A	S-14135	990	\$ 1.720	\$ 1.563.210	\$ 139.590			\$ 0	\$ 0
LD	S-17819	122	\$ 3.000	\$ 192.638	\$ 173.362			\$ 0	\$ 0
Di	S-19677	190	\$ 3.120	\$ 300.010	\$ 292.790			\$ 0	\$ 0
CG	S-12356	3840	\$ 1.600	\$ 6.063.360	\$ 80.640			\$ 0	\$ 0
A	S-19993+guess	1500	\$ 1.600	\$ 2.368.500	\$ 31.500			\$ 0	\$ 0
Di	S-19677	190	\$ 3.120	\$ 300.010	\$ 292.790			\$ 0	\$ 0
M	S-19009	1230	\$ 1.600	\$ 1.942.170	\$ 25.830			\$ 0	\$ 0
JR	S-15515	400	\$ 2.170	\$ 631.600	\$ 236.400			\$ 0	\$ 0
LD	S-19828	230	\$ 3.000	\$ 363.170	\$ 326.830			\$ 0	\$ 0
M	S-16734	602	\$ 1.800	\$ 950.558	\$ 133.042			\$ 0	\$ 0
D	S-20057 (8592)	600	\$ 2.050	\$ 947.400	\$ 282.600		-7	\$ 0	(\$ 1.978.200)
V	S-GUESS	144	\$ 3.000	\$ 227.376	\$ 204.624			\$ 0	\$ 0
CG	S-11745	3500	\$ 1.600	\$ 5.526.500	\$ 73.500			\$ 0	\$ 0
LD	S-18848	200	\$ 3.000	\$ 315.800	\$ 284.200			\$ 0	\$ 0
TOTAL								(\$ 1.733.922)	(\$ 16.599.333)

Tabla 22. Comparación del TVD con y sin TOC

	TVD con TOC	TVD sin TOC
TOTAL	(\$ 1.733.922)	(\$ 16.599.333)

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se partió de una descripción del proceso productivo de la empresa y del manejo de compras e inventarios para caracterizar la situación actual de la compañía, contextualizar al lector sobre la empresa y dar un entendimiento más claro sobre ella.

Se explicó cada etapa del proceso de una forma detallada así: ventas, separación de colores, muestras, programación de la producción, grabación, preparación de colores, estampación, termofijado, revisión, empaque, etiquetado y despacho. Se presentó esta información de una manera más gráfica, usando herramientas propias de la ingeniería industrial como son el cursograma sinóptico y el flujograma del proceso donde se muestra el flujo de materiales, producto en proceso y producto terminado en el piso de producción.

Se describió también el manejo de inventarios, compras y nivel de servicio y se obtuvo una visión más clara de cómo trabaja la empresa para poderla comparar posteriormente con el método propuesto.

Luego, se empezó a detallar y a aplicar la metodología S-DBR+BM, paso a paso.

A partir de datos históricos de la empresa, se obtuvo un lead time de 10 días, es decir que la tela permanece en la empresa, en proceso o esperando, este tiempo desde que llega hasta que es despachada. Para trabajar con esta metodología se necesita el lead time hasta que la tela es entregada a bodega. Según la información de la empresa, el tiempo promedio que pasa la tela como producto terminado esperando en bodega para ser despachada es de un día, entonces al lead time obtenido se le quitó un día y se trabajó con 9 días como tiempo estándar; con este dato se halló el amortiguador de 5 días. Las fechas prometidas a los clientes se obtuvieron a partir de una programación real de la empresa de una semana del mes de marzo. Hoy en día, la empresa promete entregar el pedido al cliente más o menos 4 días después desde que es programado para la estampación. Partiendo de esto, se tomó la programación de las máquinas estampadoras y a cada pedido se le sumó 4 días (incluyendo el día programado de estampación). A estas fechas se les restó un día y así se obtuvo las fechas en que los pedidos deben ser entregados a bodega; finalmente, se le sustrajo el amortiguador y se tuvo como resultado las fechas de liberación de materia prima.

Posterior a esto, se instauró un sistema de prioridades donde se partió el amortiguador en 3 zonas y de acuerdo al color se debe agilizar el proceso del pedido o tomarlo con más calma. Con esta medida, se obtuvo un práctico sistema de indicadores donde normalmente los pedidos deben entrar a espera como producto en proceso antes del RRC, en zona amarilla. Si no ha llegado estando en zona roja, se dice que hay un hueco en ésta y se debe localizar dónde está el pedido y agilizarlo. Este sistema da como resultado un proceso más controlado, una planta más organizada, menor inventario en proceso, menos caos y un mejor nivel de servicio.

Se estudiaron algunos parámetros como el porcentaje de utilización de las máquinas, los tiempos de paro y el WIP acumulado para poder determinar el RRC. Al analizar estos criterios se obtuvo como resultado que los RRC de la empresa son las máquinas estampadoras. Se tomaron como dos recursos: un RRC de estampación en rotativa (usando cilindros) y el otro RRC de estampación en plano (usando chablonos). Después de definidos, se buscó la forma de explotarlos, es decir de sacarles el mayor provecho. Las acciones que se plantearon para esto fueron: capacitación a operarios sobre los equipos, rotar personal en las horas de alimentación para que los recursos nunca paren, hacer pruebas de calidad que aseguren que el producto llegue a esta etapa del proceso en excelentes condiciones y no se tenga que perder tiempo reprocesando, hacer SMED para los cambios de referencia, sincronizar las actividades anteriores para que todo esté listo a tiempo y no haya demoras ni retrasos. Adicional a esto la empresa empezó a fabricar una carta de colores donde están formulados y estandarizados de modo que no se pierda tiempo en la aprobación del color y se pueda estampar tranquilamente.

Para sincronizar la planta con el área de ventas y que ésta pueda ofrecer al cliente unas fechas de entrega reales y apropiadas, se monitoreó la carga de los RRC's, quitando cada día los pedidos que fueron estampados y agregando los nuevos que llegaron después de calculadas las fechas seguras de entrega. Lo que se obtiene con esto es una conexión segura entre ventas y producción ya que las fechas definidas de entrega están directamente relacionadas con la carga de trabajo que se tiene actualmente en el RRC.

Con todas las órdenes que entran en zona roja o negra se armó un pareto semanal con las causas que hicieron que los pedidos se atrasaran. Esta información sirve para re-direccionar los esfuerzos de mejoramiento continuo y tal vez ajustar el tamaño de los amortiguadores. El análisis que se hizo, permitió llevar un control de las órdenes rojas y negras, y montar planes de acción para atacarlas, disminuirlas y mejorar la productividad. Durante las dos semanas que se tomaron los datos para la simulación, semanas 12 y 13 del año, las tres mayores causas que se obtuvieron fueron: chequear colorido y diseño, muestrear colorido y cilindro desanillado.

Para que la empresa se pueda adaptar a cambios bruscos o repentinos de la demanda, se hizo un seguimiento día a día del porcentaje de órdenes rojas y negras para ajustar el tamaño del amortiguador. Con esto se asegura que los pedidos alcancen a estar a tiempo a pesar de la variabilidad del mercado. En este caso no se pudo definir si el tamaño del amortiguador estaba bien calculado o si debía ser modificado ya que se requiere un tiempo de estabilidad desde que se empieza a aplicar la metodología y los días en los que se hizo el control no fueron suficientes para definir si ya se encontraba estable.

Finalmente, con el TVD se obtuvo un indicador monetario que mide ácidamente a la empresa y muestra su confiabilidad, además que impulsa a la gente a esforzarse y trabajar para que este indicador tienda a cero. En la semana trabajada, aplicando TOC, se obtuvo un TVD de \$1.733.922 día y al aplicar este indicador a los resultados reales de la misma semana de programación sin utilizar TOC, se alcanzó un TVD de \$16.599.333 día, un incremento de \$ 14.865.411 día; lo que nos muestra una planta mucho más confiable al utilizar TOC con el sistema S-DBR + BM.

Resumiendo todo lo anterior, al implementar esta metodología por medio de una simulación en La Stampería S.A, se obtuvieron grandes beneficios: un sistema nuevo de producción, más organizado y controlado, con menos caos y descontrol en el piso de producción al tener un sistema claro y sencillo de prioridades de pedidos; menos estrés y urgencias gracias a este sistema que muestra los pedidos que deben ser tratados con preferencia; disminución de conflictos entre las áreas de ventas y producción al conectar el área comercial con la carga real del RRC; análisis de causas de demoras y eliminación de pérdidas al hacer seguimiento y planes de acción a los factores que hacen retrasar los pedidos y entrar en zona roja o negra; aumento de la capacidad de los trabajadores para resolver problemas o inconvenientes del día a día; disminución de los inventarios de producto en proceso, ya que el flujo debe moverse libremente a través de la planta; mejor manejo y utilización de los recursos disponibles; se mejoró el nivel de servicio, alcanzando el 90,8%, aumentando un 47,6% en comparación con el sistema empelado actualmente en la empresa. Sin embargo, éste puede seguir mejorando, lo ideal es alcanzar un 95% o más.

Adicional a esto, al adoptar este sistema, se obtiene una empresa preparada y capaz de responder a los cambios en la demanda; flexible, entregando productos de calidad y oportunamente a los clientes; puede ganar más participación en el mercado y adquirir una ventaja competitiva, volviéndola más atractiva a los ojos de los clientes.

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Antes de implementar una metodología en una empresa, es muy importante evaluar la situación actual de ésta, comprender cómo funciona, cómo se organiza, qué metodologías emplea, con qué herramientas se apoya; en fin, se debe conocer y contextualizar muy bien para poder determinar más adelante los impactos obtenidos, ya sean positivos o negativos. Esto puede generar una visión más clara a la hora de enfrentar problemas que aparecen en la implementación de la metodología. Igualmente, se debe definir claramente una visión, un alcance: hacia dónde se quiere llegar con el nuevo método, ¿qué beneficios se esperan?

Una de las ventajas que se obtiene al implementar esta metodología, es un sistema pull (jalar) donde se satisface el consumo y la demanda real del mercado, a diferencia de un sistema push que se basa en especulaciones y pronósticos y es más difícil controlar la variabilidad del día a día, generándose así altos inventarios.

Como se pudo evidenciar a lo largo de este trabajo, esta metodología de TOC es una herramienta que aumenta la productividad de la empresa sin cambiar radicalmente la operación ni el proceso. Explota la capacidad de los equipos sin necesidad de altas inversiones o altos costos. Esto puede representar una ventaja para empresas medianas y pequeñas que buscan métodos para mejorar y que no tienen un amplio presupuesto para invertir.

Al mejorar el nivel de servicio de una empresa, se espera una mayor confianza por parte de los clientes y se puede generar un voz a voz que haga a la empresa ganar participación en el mercado y aumentar las ventas, incrementando a su vez el ROI (retorno sobre la inversión).

Actualmente, la empresa maneja la programación de la producción sin regirse por una estrategia sólida que le permita tener un procedimiento a seguir y dejándose influenciar por los requerimientos del día a día de los clientes. Con la propuesta presentada en este trabajo, se cambiaría el sistema productivo por uno basado en una firme metodología que permita a la empresa tener la planeación de la producción más sólida y estable, contar con un plan B para los pedidos urgentes y cumplirle al cliente, incluso con menores tiempos de entrega. Con esta metodología se pudo evidenciar, a lo largo de este trabajo, un aumento del nivel de servicio de un 47,6% y una disminución del TVD del 89,6%, lo que representa una mayor eficiencia para la empresa y una propuesta atractiva para implementar.

Teniendo un lead time de 9 días, se obtuvo una mayor eficiencia en la planta al aplicar la teoría de restricciones que al trabajar con el método actual, obteniendo un incremento en el porcentaje de cumplimiento a los clientes y una disminución en el indicador de confiabilidad de la planta, el TVD.

Sin aplicar la metodología se obtuvo un TVD de \$16.599.333 y al aplicar la metodología uno de \$1.733.922. Se concluye entonces que al implementar esta teoría, se muestra una empresa más confiable para los clientes representado en menor número de días de atraso, lo

que genera una ventaja competitiva y hace ver a la empresa más atractiva que su competencia.

Resumiendo todo lo anterior, se recomienda a la empresa implementar esta metodología pues los beneficios que trae son claros: aumento en el nivel de servicio, según la simulación realizada fue del 47,6%; flujo de materiales continuo con liberación de capacidad en los recursos; programas de producción estables; menos nivel de inventario de producto en proceso acumulado, lo que puede conllevar a presentar menos daños, reprocesos y obsolescencias; integración y buena relación de las áreas de la compañía, pudiendo prometer a los clientes tiempos de entrega más cortos, alcanzando un mayor cumplimiento; un proceso más organizado y menos caótico, con menos urgencias en el piso de producción; flexibilidad en la empresa para responder a urgencias o variaciones del día a día; y una disminución del TVD, en este caso del 89,6%, lo que corrobora el aumento del nivel de servicio y muestra una empresa mucho más confiable.

Como el trabajo se desarrolló con un lead time promedio para todos los pedidos y esto puede ser un poco impreciso, se recomienda hallar una fórmula, por medio de una regresión estadística, que permita calcular el lead time de cada pedido de acuerdo a sus propias variables (número de colores, número de pintas, metros a estampar).

El lead time calculado puede estar afectado por muchos factores que ocurren en la planta, por esto se recomienda validar el método de toma de tiempos en los procesos productivos de la empresa para determinar el lead time de la tela. Se sugiere hacer mediciones en cada proceso de la etapa productiva para obtener unos datos más cercanos a la realidad y poder trabajar con un lead time confiable.

BIBLIOGRAFÍA

- Benjumea, G., & Begué, L. F. (2011, 08 27). Generalidades de La Stampería S.A. (C. Begué Hoyos, & L. Begué Hoyos, Interviewers)
- Céspedes Peña, A., & Céspedes Peña, D. (2011). TOC aplicado a operaciones MTO. *Notas de clase*. Medellín, Colombia.
- Cimatic. (2001). *Cimatic*. Retrieved 02 2012, from Soluciones Tecnológicas para Empresas: <http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/teoria.asp>
- Cimatic. (2008). *Cimatic*. Retrieved 02 2012, from Soluciones de software empresarial para mejorar su negocio: <http://www.cimatic.com.mx/articulos/toc-conceptos-1.php>
- Cimatic, S. (2001). *Cimatic*. Retrieved 02 2012, from Soluciones Tecnológicas para Empresas: http://www.cimatic.com.ar/toc/articulos/debernardo1.asp?&lang=en_us&output=json&session-id=809f2364f2698c9cc8c59a7f4de4c7fd
- E-TOC. (2011). *E-TOC*. Retrieved 2011 йил 09-10 from Expertos TOC consultores: http://www.e-toc.com/-/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=32
- Marketing group, G. (2005-2008). Retrieved 2011 йил 08-10 from <http://www.toc-goldratt.com/content/About-TOC?lmenu=1#>
- Retamales García, M. L., & Cedeño Barreiro, H. G. (2009). *Evaluación de la aplicación de TOC en un proceso de elaboración de productos plásticos bajo pedido*. Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Scharagenheim, E., Dettmer, H. W., & Patterson, J. W. (2009). *Supply chain management at warp speed*. Boca Ratón: Taylor & Francis Group.
- Schrageheim, E., Dettmer, H. W., & Patterson, J. W. (2009). *Supply Chain Management at Warp Speed*. Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Sullivan, T. T., Reid, R. A., & Cartier, B. (2007). *The Theory of Constraints International Certification Organization Dictionary*. Washington DC.

ANEXOS

Anexo 1. Video proceso productivo La Stamperia S.A

Anexo 2. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 1

DISEÑO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	# DE DÍAS EN PRODUCCIÓN
S-12609	03-ene	16-ene	13
S-19147	03-ene	18-ene	15
S-19147	03-ene	18-ene	15
S-18870-18867-18871-18947	05-ene	25-ene	20
S-19145	10-ene	16-ene	6
S-19446	10-ene	24-ene	14
S-18941	11-ene	17-ene	6
S-17727	11-ene	24-ene	13
S-18942	12-ene	23-ene	11
S-12609	12-ene	16-ene	4
S-12609	12-ene	19-ene	7
S-17258	13-ene	27-ene	14
S-17259	16-ene	30-ene	14
S-18640	17-ene	27-ene	10
S-17510	20-ene	02-feb	13
S-18931	20-ene	02-feb	13
S-17161	20-ene	03-feb	14
S-19641	23-ene	03-feb	11
S-17258	23-ene	02-feb	10
S-19480	23-ene	03-feb	11
S-17727	24-ene	02-feb	9
S-17727	24-ene	02-feb	9
S-17258	24-ene	02-feb	9
S-19145	24-ene	02-feb	9
S-19640	24-ene	08-feb	15
S-19452	24-ene	03-feb	10
S-18937	24-ene	07-feb	14
S-17259	25-ene	07-feb	13
S-17518	26-ene	02-feb	7
S-17536	30-ene	13-feb	14
S-18931	30-ene	14-feb	15
S-19480	30-ene	21-feb	22

Anexo 3. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 2

DISEÑO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	# DE DÍAS EN PRODUCCIÓN
S-19480	30-ene	29-feb	30
S-17258	30-ene	09-feb	10
S-17779	30-ene	10-feb	11
S-18942	02-feb	14-feb	12
S-17258	02-feb	09-feb	7
S-GUESS	02-feb	18-feb	16
S-19145	02-feb	09-feb	7
S-18947	02-feb	13-feb	11
S-19452	03-feb	15-feb	12
S-GUESS	07-feb	15-feb	8
S-18875	07-feb	16-feb	9
S-GUESS	07-feb	15-feb	8
S-17536	07-feb	21-feb	14
S-18942	07-feb	14-feb	7
S-18942	08-feb	14-feb	6
S-18875	09-feb	24-feb	15
S-19550	09-feb	21-feb	12
S-19588	10-feb	15-feb	5
S-19640	10-feb	15-feb	5
S-19588	10-feb	15-feb	5
S-17536	13-feb	21-feb	8
S-19446	13-feb	18-feb	5
S-17728	13-feb	22-feb	9
S-17259	15-feb	22-feb	7
S-19777	15-feb	01-mar	15
S-GUESS	16-feb	22-feb	6
S-GUESS	16-feb	25-feb	9
S-17536	16-feb	21-feb	5
S-19777	18-feb	02-mar	13
S-GUESS	20-feb	02-mar	11
S-19769	22-feb	06-mar	13
S-19766	22-feb	08-mar	15
S-19636	22-feb	06-mar	13
S-17510	23-feb	06-mar	12

Anexo 4. Tiempo de permanencia de la tela en la empresa, parte 3

DISEÑO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	# DE DÍAS EN PRODUCCIÓN
S-19642	29-feb	09-mar	9
S-19637	29-feb	06-mar	6
S-19147	29-feb	09-mar	9
S-19636	05-mar	15-mar	10
S-19769	05-mar	13-mar	8
S-19766	07-mar	14-mar	7
S-17519	08-mar	21-mar	13
S-19642	13-mar	21-mar	8
S-GUESS	13-mar	22-mar	9
S-19480	14-mar	16-mar	2
S-19777	15-mar	22-mar	7
S-17161	16-mar	22-mar	6
S-17728	20-mar	27-mar	7
S-19147	21-mar	27-mar	6
S-18947	23-mar	30-mar	7
S-18870-18871-18867	23-mar	30-mar	7
S-19766	26-mar	02-abr	7
S-19769	27-mar	02-abr	6
S-19637	28-mar	10-abr	13
S-GUESS	28-mar	02-abr	5
S-19769	02-abr	10-abr	8
TIEMPO PROMEDIO EN PRODUCCIÓN (DÍAS)			10,24

Anexo 5. Programación real máquina 1. Semana del 26 al 31 de marzo

LUNES 26			MARTES 27			MIÉRCOLES 28			JUEVES 29			VIERNES 30			SABADO 31		
C	P		C	P		C	P		C	P		C	P		C	P	
NAFTALINA			DUGOTEX			DUGOTEX			MONARKA			LINEA DIRECTA			CARLOS GIRALDO		
S-20122	1		S-16608	1		S-8599	1		S-17857	3		S-19320	1		S-11745	2	8
934			540			540			300			127			3500		
A=			A=			A=			a			A=			A=		
VESTIMUNDO			VESTIMUNDO			BALALAIKA			AMATTIS			DUGOTEX			LINEA DIRECTA		
S-18871	1		S-17728	1		S-19070	1		S-13210	1		S-16608	1		S-18848	1	1
106			141			309			514			560			200		
a			A=			A=			a			A=			A=		
LINEA DIRECTA			BALALAIKA			MILLAR			AMATTIS			HABBY			PUNTO G		
S-15737	1		S-19074	1		S-19689	2		S-1418	1		S-19983	1		S-18826 PL	4	1
259			1064			812			742			200			820		
A=			A=			A=			a			a			A=		
DUGOTEX			DUGOTEX			DUGOTEX			DUGOTEX			CARLOS GIRALDO					
S-0566	2		S-5897	3		S-3226	3		S-17914	3		S-12356	1		8		
1300			670			690			1300			3840					
A=			A=			A=			A=			A=					
MAQUILA			VESTIMUNDO			DUGOTEX			ANCA			HABBY					
S-19899	1		S-18947	1		S-10769	1		S-19139	1		S-19984	1		1		
726			141			510			2230			355					
A=			a			A=			A=			a					
PRODYCO			LINEA DIRECTA			DUGOTEX											
S-13736	1		S-19118	1		S-4658	1										
1080			120			680											
A=			A=			A=											
DUGOTEX			LINEA DIRECTA														
S-7803	2		S-19333	1													
680			200														
A=			A=														
			ALMACENES SI														
			S-12883	1		1											
			2150														
			A=														
5085			5026			3541			5086			5082			4520		

Lo que está en verde son pedidos que se estamparon en plano; no aplican para esta simulación.

Anexo 6. Programación real máquina 2. Semana del 26 al 31 de marzo

LUNES 26			MARTES 27			MIÉRCOLES 28			JUEVES 29			VIERNES 30			SABADO 31		
ANCA			PRISMA			JTEX			ANCA			MOMPIRRY			ANCA		
S-20038	5	3	S-19751	2	1	S-7763	6	3	S-8109	3	3	S-20117	3	4	S-19993+guess	2	4
900			880			1000			990			920			1500		
A=			A=			A=			A=			A=			A=		
ANCA			PARENTESIS			ANCA			CONFETEX			CONFETEX			DISEX		
S-14225	5	3	S-12031	2	1	S-19356+guess	1	1	S-20126	4	3	S-15955	5	3	S-19677	6	1
990			450			2230			900			2889			190		
A=			A=			A=			A=			A=			A=		
DIYONS			TINTA SOLIDA			VESTIMUNDO			ANCA			ANCA			MILLAR		
S-20064	4	2	S-20008	5	1	S-18870	4	1	S-17836	6	3	S-14135	6	3	S-19009	1	2
650			400			83			990			990			1230		
A=			a=			a=			A=			A=			A=		
LINEA DIRECTA			PUNTO TEXTIL			DISEX			PRISMA			LINEA DIRECTA			JOHANA RIOS		
S-19712	4	1	S-19621	5	3	S-19678	7	1	S-16627	4	3	S-17819	2	1	S-15515	6	1
128			600			140			645			122			400		
A=			A=			A=			A=			A=			A=		
VESTIMUNDO			PRISMA			LEONISA			MILLAR			DISEX			LINEA DIRECTA		
S-19147	1	1	S-20037	6	3	S-17118	4	1	S-19009	1	2	S-19677	6	1	S-19828	4	1
721			659			709			711			190			230		
A=			A=			A=			A=			A=			A=		
TENNIS			DISEX			VESTIMUNDO			DISEX						MILLAR		
S-19964	1	1	S-2970	5	1	S-18867	3	1	S-20078	2	1				S-16734	4	1
1476			250			80			125						602		
A=			A=			A=			A=						A=		
LINEA DIRECTA			LINEA DIRECTA			JULIAN LOAIZA			LEONISA						DIYONS		
S-19389	5	1	S-19389	5	1	S-19937	5	3	S-17118	4	1				S-20057 (8592)	4	2
201			293			756			990						600		
A=			A=			a=			A=						A=		
			ANCA												VESTIMUNDO		
			S-17713	2	4										S-GUESS	1	1
			1200												144		
															A=		
5066	20	11	4439	30	11	4998	25	8	5351	24	16	5111	22	12	4896	23	10
844	3	2	634	4	2	1000	5	2	764	3	2	852	4	2	816	4	2
317 *pinta			302 * pinta			256 * pinta			398 * pinta			248 * pinta			403 * pinta		

Anexo 7. Lista de precios 2012 La Stamperia S.A



Lista de Precios
La Stamperia S.A



Señores : ALMACENES SI
Att. Wilber Romero

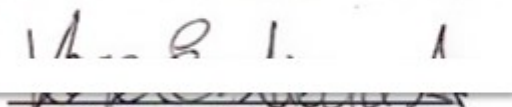
METROS	CUBRIMIENTO HASTA 5 COLORES
300 - 600	\$ 2,050
601 - 900	\$ 1,800
901 en adelante	\$ 1,600
Genero	\$ 1,500
Muestra Metros	\$ 13,000
Pañal, dulceabrigo, toalla	\$ 615
Color adicional	\$ 210
Siliconado	1,500 KL
Suavizado	1,300 KL
Quemonazos	\$ 5,000
Separacion cilindro por color	\$ 63,600
Grabacion cilindro por color	\$ 95,400
Separacion Plana por color	\$ 36,800
Grabacion Plana por color	\$ 55,200




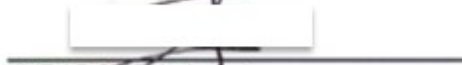
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA


ACTA DE EVALUACIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Fecha: (dd/mm/aa)	21 de noviembre de 2012								
Nombre del proyecto:	Reestructuración del sistema productivo de una empresa del sector textil en Medellín Caso: La Stamperia S.A.								
Director del proyecto:	Mauricio Moreno Arias								
<table border="1"> <tr> <td>Nombre del estudiante</td> <td>Programa académico</td> </tr> <tr> <td>Luisa Begué Hoyos</td> <td>Ingeniería Industrial</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Nombre del estudiante	Programa académico	Luisa Begué Hoyos	Ingeniería Industrial					
Nombre del estudiante	Programa académico								
Luisa Begué Hoyos	Ingeniería Industrial								
Nombre del Jurado:	Germán Coca Ortégón								
Evaluación del proyecto: Espacio exclusivo para jurado									
<input type="checkbox"/> No aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado sin mención <input type="checkbox"/> con Mención Pública <input type="checkbox"/> con Mención honorífica <input type="checkbox"/> Trabajo laureado									
Justificación del reconocimiento: (Artículo 28 del Acuerdo 11: "El director del Programa presentará el acta final de evaluación al Consejo Académico, donde consta la solicitud de mención especial debidamente justificada y el Consejo determinará si se otorga o no"). La justificación debe tener mínimo 500 palabras.									


 DIRECTOR DEL PROGRAMA
 Jorge Enrique Sierra Suárez


 DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO
 Mauricio Moreno Arias


 JURADO (Si lo hubo)
 Germán Coca Ortégón


 JURADO (Si lo hubo)